مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية

Solar Air Conditioner Systems



دكتور مهندس
كاميليا يوسف محمد

مراجعة دكتور مهندس
محمد موسى عمران







Arab Republic of Egypt
Ministry of Electricity and Renewable Energy

مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية

Solar Air Conditioner Systems

دكتور مهندس
كاميليا يوسف محمد

مراجعة دكتور مهندس
محمد موسى عمران

المحتويات
Content



تقديم

تعتبر الشمس منذ القدم مصدرا أساسيا للطاقة على سطح الأرض، فقد تطور استخدامها خلال العصور بتطور العلوم والتكنولوجيا، فاستخدمت للتدفئة والتجفيف وتسخين المياه .. ثم لانتاج الطاقة الكهربائية .

وتمثل الطاقة الكهربائية المحرك الأساسى للحضارة والتقدم فى جميع مناحى الحياة الاجتماعية والصحية والصناعية وغيرها، لذلك من المهم التحول إلى انتاج الطاقة الكهربائية بواسطة تكنولوجيات نظيفة تعتمد على قوى الطبيعة أى على الطاقات المتجددة.

وتمتاز الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة كتلة حيوية وطاقة حرارية أرضية وطاقة المد والجزر) المتوافرة فى معظم دول العالم بأنها غير ملوثة للبيئة، وتحافظ على الصحة العامة للكائنات الحية، وتستخدم تكنولوجيات بسيطة غير معقدة، واقتصادية فى كثير من الاستخدامات

تأتى أهمية الطاقة الشمسية من أنها طاقة هائلة يمكن استخدامها فى أى مكان وتعتبر مصدر مجانى للوقود الذى لا ينضب وهى طاقة نظيفة، كذلك تأتى أهميتها بالنظر إلى محدودية مصادر الطاقة التقليدية، وتستخدم فى العديد من المجالات فى النشاط الزراعى وتسخين المياه وتحلية المياه وانتاج الكهرباء وتكييف الهواء.

لقد اعتمدت استراتيجية قطاع الكهرباء على تنوع مصادر الطاقة والتوسع فى استخدام الطاقة المتجددة وترشيد استخدام مصادر الطاقة التقليدية وتشجيع المستثمرين المحليين والدوليين على الاستثمار فى إنشاء مشروعات انتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة . وتهدف استراتيجية الطاقة الجديدة والمتجددة إلى زيادة نسبة الطاقة المنتجة من الطاقات المتجددة إلى % 20 من إجمالى الطاقة المولدة فى مصر عام 2022 وإلى % 42 فى عام 2035.

وقد قامت الشركة القابضة لكهرباء مصر وشركاتها التابعة بتبنى مشروع انشاء محطات طاقة شمسية فوق الأسطح وربطها بالشبكة القومية لكهرباء مصر.

ويعد تكييف الهواء أحد أكثر الأنشطة استهلاكاً في استخدام الطاقة في العالم. حيث تعمل غالبية أنظمة التبريد عادة من أنظمة تكييف الهواء الصغيرة (السكنية)

إلى الأنظمة الكبيرة (التدفئة والتهوية وتكييف الهواء) واسعة النطاق في القطاعات التجارية والصناعية، من مصدر الشبكة العامة للكهرباء. ومن المتوقع أن ينمو الطلب على أنظمة التبريد بشكل كبير في السنوات المقبلة، خاصة بسبب التوسع ونمو الاقتصاد، وهذا سيزيد بشكل كبير من الطلب على الكهرباء، مما يسبب بدوره ضغطا هائلا على الشبكة القومية للكهرباء. كما أن الانتشار الواسع بتغذية أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية يمكن أن يقلل بشكل كبير من استهلاك الكهرباء القائمة على الشبكة.

حيث يعتمد الأشخاص على مكيفات الهواء عند ارتفاع درجة الحرارة للتخفيف من حدتها، حتى يمكن مباشرة الحياة والأعمال بشكل طبيعي، ولكنها تستهلك كم كبير من الكهرباء، ولذلك يبحث الكثيرين عن طرق تمكنهم من خفض معدلات استهلاكها. تمتاز مكيفات الطاقة الشمسية بأنها توفر حوالي 50% من معدل الاستهلاك الشهري للكهرباء، كما أنها تعمل على نوع الفريون الصديق للبيئة كذلك فإن نظام مكيفات الطاقة الشمسية لا يتأثر بانقطاع الكهرباء العمومية. ولا يحتاج سوى جهاز المكيف المناسب للمكان وألواح الطاقة الشمسية، فبمجرد توفير مساحة مناسبة لتثبيت وتركيب الألواح يمكن الاستفادة من جميع مميزات ذلك المكيف. ولا تحتاج الألواح الشمسية لنوعية معينة من المكيفات، حيث يمكن استخدام المكيفات المنفصلة أو المكيفات المركزية. كما يمكن الاستفادة من الألواح الشمسية الخاصة بالمكيفات فى تغذية أحمال كهربائية أخرى، كالاضاءة وذلك فى غير أوقات تشغيل التكيفات .

إن هذا الدليل بعنوان "مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية" قد تم إعداده من أجل توعية المهندسين والفنيين بتكيفات الطاقة الشمسية كأحد تطبيقات الطاقة المتجددة ليس فقط على مستوى العاملين بقطاع الكهرباء ولكن نأمل أن ينتشر ليشمل المهتمين بمنظمات المجتمع المدنى والاعلام والجهات الأخرى المعنية بحيث يكون موجهاً لتوصيل رسالة عن التطبيقات المتقدمة للطاقة الشمسية.

آملين من الله أن يحقق الغاية المنشودة من ورائه، والله من وراء القصد

ربنا تقبل منا إنك أنت السميع العليم ... أسال الله الخير لمصرنا الحبيبة.

وزير الكهرباء والطاقة المتجددة

دكتور مهندس / محمد شاكر المرقبي

مقدمة

إن محطات الطاقة القائمة على الوقود الأحفوري، على الرغم من أنها عنصر مهم في الأمن القومي للطاقة والنمو الاقتصادي، إلا أن لها آثاراً سلبية كبيرة مرتبطة بها من حيث البيئة المحلية والصحة العامة وكذلك المساهمة في الاحتباس الحراري العالمي الناتج عن الأنشطة البشرية. لذا كان من الحكمة التحرك نحو حلول الطاقة المتجددة لتلبية هذه المطالب. وأحد حلول الطاقة هو تكييفات الهواء بالطاقة الشمسية، والتى يمكنها تلبية الطلب المتزايد على التبريد، بطريقة مستدامة من الناحية البيئية.

تتمتع أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية بعدد من الفوائد مقارنة بنظيرتها التقليدية. حيث تؤدي أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية إلى انخفاض الطلب على شبكة الكهرباء، وانخفاض تكاليف التشغيل وتقليل الآثار البيئية، مثل انبعاثات غازات الدفيئة.

علاوة على ذلك، تعمل أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية بكفاءة أكبر أثناء التشغيل بموسم الصيف عند الاحتياج للحد الأقصى لمتطلبات التبريد، وبالتالي يمكن لهذه الأنظمة أن تساعد في تقليل أحمال الذروة الكهربائية المرتبطة بأنظمة التبريد القائمة على شبكة الكهرباء التقليدية. في الوقت نفسه، يمكنه أيضًا تقليل نفقات الاستثمارات المرتبطة بأعمال نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية. وقد تتمتع أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحراريةً بفائدة إضافية، ففي الأماكن التي لا يكون فيها الطلب على التبريد سنوياً؛ هذه الأنظمة يمكن أن توفر المياه الساخنة للاستخدام في النظم والعمليات الأخرى.

بسبب الطبيعة الموسمية للإشعاع الشمسي، فإن هذه الأنظمة لا توفرالغرض منها طوال اليوم وخلال السنة، ولكن يمكن معالجة هذا من خلال توفير نظام إضافي يعتمد على الوقود التقليدي أو تخزين الطاقة الحرارية / الكهربائية. وبالتالي، يجب أن يكون نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية مصمماً بشكل جيد لتلبية متطلبات المستخدم وتوفير وفورات الطاقة الشاملة والفوائد البيئية.

وعلى الرغم من المزايا المتعددة لأنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية على أنظمة تكييف الهواء التقليدية، فإنها تواجه عوائق تقنية واقتصادية كبيرة، والتي يجب التغلب عليها من أجل زيادة وتحقيق إمكانات السوق غير المستغلة.

في العقدين الأخيرين، تم تصنيع ما يقرب من ألف من أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارية على مستوى العالم، تم تشغيل معظمها في أوروبا. وقد اكتسب على مدار الأعوام القليلة الماضية، تطوير السوق وتسويق أجهزة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية زخماً في العديد من القطاعات مثل المباني السكنية والتجارية، وكذلك في مختلف الصناعات. يشير الفحص التفصيلي لفترة نمو السوق التجارية هذه إلى وجود إمكانية كبيرة لنشر أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية على نطاق واسع، والتي يجتذبها استمرار تحسين الكفاءة التقنية، والوعي بالسوق.

وقد اهتم قطاع الكهرباء بتدريب وتوعية الفنيين والمهندسين فى جميع المجالات المتعلقة بالطاقات المتجددة، ومن هنا كان الاهتمام باعداد كتيب بعنوان "مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية" والذى يحتوى على عدد خمسة أبواب هى: التعريفات ونبذة عن تاريخ مكيفات الهواء والتبريد و أنواع أجهزة تكييف الهواء وأنظمة مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية و تطبيقات متعددة بالاضافة إلى ثلاثة مرفقات توضيحية

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم:

"إن الله يحب أحدكم إذا عمل عملاً أن يتقنه" صدق رسول الله صلى الله عليه وسلم.

واننا نرجو الله سبحانه وتعالى أن نكون قد وفقنا فى هذا العمل لخدمة أبنائنا الفنيين والمهندسين المهتمين بمجال الطاقة الشمسية وتطبيقاتها على امتداد مصرنا

والله ولى التوفيق.

د.م / محمد موسى عمران
وكيل أول وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة
للبحوث والتخطيط ومتابعة الهيئات



أتقدم بوافر الشكر والامتنان

للسيد الفاضل د.م / محمد شاكر المرقبي

وزير الكهرباء والطاقة المتجددة

على تكرم سيادته بالتقديم لكتيب

"مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية"

وعلى تشجيعه الدائم للعلم والبحث العلمي والتوعية والتدريب في جميع مجالات وفروع الكهرباء والطاقة المتجددة.

كما أتقدم بجزيل الشكر

للسيد د.م / محمد موسى عمران

وكيل أول وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة للبحوث والتخطيط ومتابعة الهيئات

على مراجعة الكتيب، والذي كان لسيادته بصمة مميزة وقيمة ثرية على الكتيب كما ساعد في إخراجه بالصورة التي ظهر بها.

كذلك نقدم جزيل الشكر إلى

"اللجنة المصرية الألمانية المشتركة للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة وحماية البيئة (JCEE)"

على تعاونها الدائم واهتمامها وقيامها بتصميم وطباعة هذا الكتيب.

نسأل الله أن يتقبل منا هذا الجهد خالصا لوجهه الكريم...

د.م/ كاميليا يوسف محمد

2021/2020



الباب الأول

التعريفات المستخدمة
أنظمة مكيفات الهواء



الباب الأول

التعريفات المستخدمة لأنظمة مكيفات الهواء

1. سعة التبريد الكلية (Total Cooling Capacity)

هي كمية الحرارة المحسوسة والكامنة التي يمكن لجهاز تكييف الهواء إزالتها من المكان المكيف في فترة زمنية معينة (ساعة واحدة) [وحدة سعة التبريد الكلية: وات أو ك وات] كما تقاس وحدة التبريد (أو السعة الحرارية) بوحدة Btu/h أو بوحدة "طن تبريد" ويوضح جدول (1) أمثلة لسعة التبريد لبعض أنواع مكيفات الهواء.

جدول (1) سعة التبريد لبعض أنواع مكيفات الهواء

نوع مكيف الهواء	حدود سعة التبريد
مكيف الغرفة (النافذة)	12500 – 24000 Btu/h
مكيف منفصل صغير	18000 – 30000 Btu/h
مكيف منفصل كبير	36000 – 60000 Btu/h
نظام المياه المبرد (chiller)	2 – 360 ton

2. طن تبريد (Ton of Refrigeration)

هي سعة التبريد لجهاز تكييف الهواء تحت الظروف القياسية ولها القدرة على نقل 12000 Btu في ساعة واحدة. أي أن جهاز تكييف الهواء ذو القدرة 1.00 طن يكون قادرا على نقل سعة حرارية 12000 Btu.

أما جهاز تكييف الهواء ذو القدرة 2طن يستطيع نقل سعة حرارية 24000 Btu وهكذا. حيث يوضح جدول (2) أمثلة للعلاقة بين طن التبريد والسعة الحرارية.

جدول (2) أمثلة للعلاقة بين طن التبريد والسعة الحرارية (Btu/h)

10 ton = 120000 Btu/h	1 ton = 12000 Btu/h
20 ton = 240000 Btu/h	2 ton = 24000 Btu/h
30 ton = 360000 Btu/h	3 ton = 36000 Btu/h
40 ton = 480000 Btu/h	4 ton = 48000 Btu/h
50 ton = 600000 Btu/h	5 ton = 60000 Btu/h
500 ton = 6000000 Btu/h	100 ton = 1200000 Btu/h

3. الوحدة الحرارية البريطانية (BTU)

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة رطل من المياه (حوالي 450 جرام) بمقدار درجة فهرنهايت واحدة (0.555556 درجة مئوية - سلسيوس)، وعادة ما تستخدم كونها مرتبطة بالزمن، فمكيف هواء بسعة 5,000 BTU مثلاً، يستطيع خفض حرارة 5,000 رطل من المياه بمقدار درجة فهرنهايت واحدة خلال ساعة.

4. نسبة كفاءة الطاقة Energy Efficiency Ratio (EER)

هي نتيجة قسمة سعة التبريد الكلية للمكيف (وات أو وحدة حرارية بريطانية) والقدرة الكهربائية الكلية الداخلة للمكيف (بوحدة وات) [وتحدد هذه القيم عند الظروف القياسية المقننة]، طبقا للمعادلة الآتية :

نسبة كفاءة الطاقة = (سعة التبريد الكلية) ÷ (القدرة الكهربائية الكلية الداخلة للمكيف)

نجد أن جدول (3) يوضح الحد الأدنى لنسبة كفاءة الطاقة

جدول (3) الحد الأدنى لنسبة كفاءة الطاقة القياسية لمكيف هواء الغرفة [1]

نوع المكيف	الحد الأدنى المسموح به لنسبة كفاءة الطاقة	
	(Btu/h) /W	w/w
مكيف هواء الغرفة (شباك)	9	2.64
مكيف هواء الغرفة (منفصل)	9.5	2.78

5. معامل القدرة الكهربائية
(Power Factor)

هو النسبة بين القدرة الكهربائية الفعالة المقاسة (وات) والقدرة الكهربائية الظاهرية المقاسة (فولت أمبير) لنفس الجهاز.

6. القدرة المستهلكة
(Power Consumption)

القدرة المستهلكة في تشغيل المكيف وهي من البيانات الهامة جداً لتحديد قدرة اللوحات الشمسية.

7. قدرة بداية التشغيل
(Start – Up Power)
or (Maximum Power)

هذه القيمة هامة جداً لأنها تحدد:

- هل قدرة النظام الشمسي قادرة على بداية تشغيل جهاز التكييف.
- مقاس العاكس اللازم لجهاز التكييف وعليه لتحديد مقاس العاكس بدقة يجب معرفة أقصى قدرة مستهلكة وقيمة التيار المقابل لها.

يكون أقصى تيار للمكيف هو تيار بداية تشغيل الضاغط، والمعروف بتيار كبح العضو الدوار (locked rotor amps) والذي يكون عادة بين 3 وحتى 8 مرات تيار التشغيل، ولكنه ينخفض بسرعه جدا عند وصول سرعه المحرك إلى 75% من السرعه الكاملة.

ولذا يجب التوافق بين تيار الدفع (surge current) للعاكس وتيار كبح العضو الدوار (أى أقصى تيار للمكيف).

8. التبريد

هو سحب كمية حرارة من مكان غير مرغوب تواجد هذه الحرارة فيه إلي مكان مرغوب تواجد الحرارة فيه.

9. وسيط تبريد
(Refrigerant)

أي مادة تقوم بدور عامل التبريد عن طريق امتصاص الحرارة من جسم آخر
الفريون كمثال لوسيط التبريد: هو غاز التبريد .. وهو مركب كيميائى من عده مركبات ...يوجد على عده أنواع منها ما يستخدم لأغراض التكييف ومنها ما يستخدم للتجميد ومنها ما يستخدم للاثنين.

10. الحرارة المحسوسة
(Sensible heat)

هى الحرارة التى يصحبها تغير درجة حرارة المادة، دون تغير فى حالة المادة وتحس باللمس.

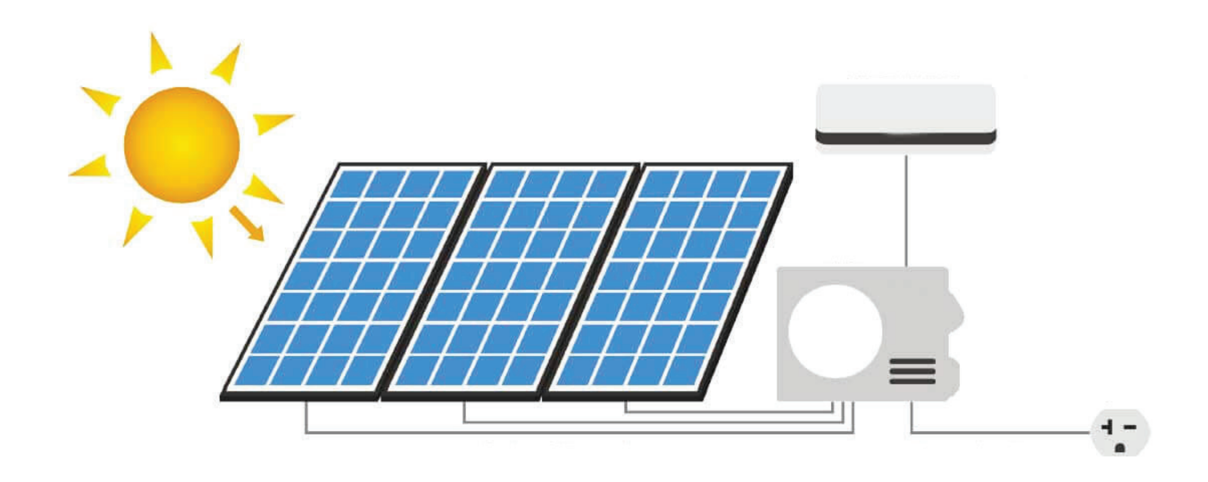
11. الحرارة الكامنة
(Latent Heat)

هى الحرارة التى يصحبها تغير درجة حالة المادة مع ثبات درجة حرارتها، ومن أمثلتها الحرارة الكامنة للتبخر.

يوضح شكل (1) بطاقة طاقة لمكيف هواء سبليت سعة تبريد 12000 Btu/h موضحاً عليه البيانات الخاصة بالمكيف.

يوضح شكل (2) بطاقة طاقة لمكيف هواء سبليت، سعة تبريد / تدفئة 5 ك وات، 5.15 ك.وات.


خلية شمسية
Solar Panel
الوحدة الخارجية
Outdoor unit



شكل (1) بطاقة طاقة لمكيف هواء سبليت سعة تبريد Btu/h 12000

Split Type Room Air-Conditioner	
Model AH-AP12FME	
220-240 v-50Hz 1-ph	جهد التشغيل • أحادي طور
1.6 kw/7.1 A	قدرة وتيار أقصي مدخل
3.50kw	سعة التبريد الكهربائية
12000BTU/h	سعة التبريد الحرارية
1.13-1.20kw	القدرة المقننة للمدخل - تبريد
5.2-5.5A	التيار المقنن للمدخل - تبريد
10.50-10.00BTU/w.h	نسبة كفاءة الطاقة
R22 - 890g	نوع وسط التبريد
15A	مقنن مصهر الحماية

شكل (2) بطاقة طاقة لمكيف هواء سبليت،
سعة تبريد / تدفئة 5 ك واط، 5.15 ك.واط.

Wall Split Type Air-Conditioner		
Model		
Serial Number		336911080173
جهد التشغيل ، احادي الطور		220-240V~50Hz 1Ph
تيار الحمل الكلي		8.5 A
التبريد	سعة التبريد الكهربائية	5000 W
	القدرة المقننة للمدخل	1320 W
	التيار المقنن للمدخل	6 A
التدفئة	سعة التدفئة الكهربائية	5150 W
	القدرة المقننة للمدخل	1320 W
	التيار المقنن للمدخل	6 A
نوع وسط التبريد		R410a/1500g



خلفية عن أنظمة مكيفات الهواء



الباب الثاني

خلفية عن أنظمة مكيفات الهواء

في الوقت الحالي خاصة مع موجات درجات الحرارة الشديدة في العالم بأكمله أصبحت تكييفات الهواء من الضروريات الحياتية، والعديد من الناس يستخدمون المكيف بشكل مستمر من أجل التبريد والحصول على الجو المريح الذي يمكن من خلاله زيادة الإنتاجية في فصل الصيف بتخفيض درجات الحرارة والشتاء بزيادتها والتحكم في رطوبة الجو في كلتا الحالتين.

نبذة عن تاريخ مكيفات الهواء والتبريد

- فى عام 1834اخترع العالم "جاكوب بيركنز Jacob Perkins" أول آلة تصنيع ثلج والتي أدت إلى الوصول لأنظمة الضغط الحديثة.

- فى عام 1902ابتكر "وليم كارير Willis Havilland Carrier"(مهندس ومخترع 1876 - 1950والذى ولد فى أنغولا، نيويورك - الولايات المتحدة) أول مكيف هواء للتحكم في درجة الحرارة والرطوبة لشركة طباعة، مما يمثل أول جهد يبذل للتحكم في درجة حرارة المناطق المحيطة. ومن هنا بدأ تاريخ تكييف الهواء.

- فى عام 1906 أستخدم "ستيوارت دبليو كرامر Stuart W. Cramer" (مهندس امريكى March 31, 1868 – July 2, 1940) تعبير "تكييف الهواء". الذي اعتمد في وقت لاحق من قبل العالم "كارير".

- فى عام 1913 أقيم أول معرض دولي للتبريد في شيكاغو.

- فى عام 1928اكتشف المبرد الفريوني (الكلوروفلوروكربون) من قبل "توماس ميدجلي جونيور Thomas Midgley, Jr". مهندس امريكى ميكانيكا / كيمياء (May 18, 1889 – November 2, 1944)

- فى عام 1946 بدأت زيادة الطلب على مكيفات الهواء الشباك وأنتج أكثر من 30000 وحدة في هذا العام.

- فى عام 1953 تجاوزت مبيعات مكيفات الهواء الشباك مليون وحدة، هذا هو المؤشر الرئيسي الآخر في تاريخ مكيف الهواء.

- فى عام 1957تم تطوير أول ضاغط دوار مما يجعل وحدات تكييف الهواء أصغر وأكثر كفاءة مقارنة بنوع الضاغط الترددى.

– فى عام 1977 تم تطوير معدات المضخات الحرارية التي تتيح دورتى التبريد والتدفئة فى جهاز واحد، وذلك للتبريد خلال فصل الصيف والتدفئة خلال فصل الشتاء.

– فى عام 1987 تم توقيع بروتوكول مونتريال الموقّع لحماية طبقة الأوزون في مونتريال، كندا. ينشئ البروتوكول تعاونًا دوليًا في التخلص التدريجي من المواد المستنفدة للأوزون، بما في ذلك مبردات الكلوروفلوروكربون (CFC) المستخدمة في معدات التكييف.

- فى عام 1990 استخدمت أنظمة التحكم بالميكروبروسيسور في جميع مجالات التبريد وتكييف الهواء لتوافر تكنولوجيا أشباه الموصلات.

– فى عام 1995 ينتهي تصنيع الكلوروفلوروكربون في الولايات المتحدة الأمريكية في 31 ديسمبر.

- تم توقيع بروتوكول كيوتو لعام 1997 لحماية مناخ الأرض من خلال الحد من غازات الدفيئة التي تسبب تغير المناخ.

- فى عام 1998 سجلت أجهزة تكييف الهواء والمضخات الحرارية بيع لأكثر من 6 ملايين وحدة.

- منذ عام 2007 عملت أغلب الدول على توجيهات تفيد بأن تضبط درجة حرارة تكييف الهواء في المباني العامة عند 26 درجة مئوية (78 درجة فهرنهايت) أو أعلى خلال فصل الصيف و 20 درجة مئوية (68 درجة فهرنهايت) وأقل خلال فصل الشتاء.

يشير تكييف الهواء إلى تبريد وتجفيف الهواء للوصول إلى الراحة الحرارية. ومن تعريفات الراحة الحرارية:

- "هى حالة عقلية يشعر معها الإنسان بالرضى عن ظروف البيئة المحيطة به".
- "هى حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرد أو الحر، أو يشعر بأى مضايقة نتيجة خلل فى البيئة الحرارية".

يشير مصطلح تكييف الهواء إلى أي شكل من أشكال التبريد، التدفئة، التهوية أو التطهير أو التنقية التي تغير حالة الجو. ومكيف الهواء هو جهاز مصمم للوصول لتحقيق الاستقرار في درجة حرارة الجو والرطوبة داخل منطقة محددة ويستخدم في التبريد والتدفئة حسب صفة الهواء في وقت معين. ويعتبر انتقال الحرارة عن طريق آلية لتوفير تكييف الهواء هو اختراع حديث نسبياً.

وقد استخدم مفهوم تكييف الهواء في روما القديمة، حيث كان يتم تدوير المياه من خلال جدران بعض المنازل لتبريدها. تقنيات مماثلة في إيران في العصور الوسطى تضمنت استخدام خزانات وأبراج رياح لتبريد المباني خلال فصل الصيف . تكييفات الهواء الحديثة ناتجة عن التقدم في الكيمياء خلال القرن التاسع عشر، وأول تكييف هواء كهربائي على نطاق واسع اخترعه في عام 1902 "ويليس هافيلاند كارير".

اخترعت التهوية في مصر في العصور الوسطى، وكانت تستخدم على نطاق واسع في العديد من المنازل في جميع أنحاء القاهرة خلال هذه العصور. وهذه التهوية وصفها بالتفصيل في وقت لاحق موفق الدين عبد اللطيف البغدادي في عام 1200 (والذى ولد في بغداد - العراق سنة 557هـ الموافق 1162 م في دار جده بدرب الفالوج ببغداد) ، وقد أفاد أن كل منزل في القاهرة له جهاز تهوية، وتصل التكلفة ما يعادل من 1 إلى 500 دينار ويتوقف ذلك على أحجامهم وأشكالهم. معظم أجهزة التهوية في المدينة كانت توجه نحو القبلة.

عموما مع التقلبات والتغيرات الكبيرة في الحرارة والرطوبة بين الصيف والشتاء ، بسبب المناخ الصحراوي، أصبحت مكيفات الهواء جزءاً ضرورياً لا غنى عنه كأحد الأجهزة الكهربائية المنزلية والمكتبية، وفى جميع الأنشطة الصناعية والتجارية والخدمية

ويوجد العديد من أنواع أجهزة تكييف الهواء طبقا لمكان تثبيتها مثل المنفصلة أو النافذة أو الأرضية (متنقل) أو أنواع الأسقف، أو المركزى. نوع نظام تكييف الهواء الأكثر شيوعًا في المبانى الادارية والسكنية هو النوع المنفصل. وتوجد سعات متعددة لأجهزة التكيف ولذا يجب اختيار أفضل وحدة تناسب الاحتياجات، اعتمادًا على المساحة الكلية المطلوب تبريدها و/ أو تدفئتها.

وتعد أجهزة تكييف الهواء من الأجهزة التي تستهلك طاقة كهربائية مرتفعة، لذا عملت العديد من الدول على تقديم مجموعة من المكيفات الهوائية التي تعمل عن طريق الطاقة الشمسية وذلك بتحويل الطاقة الشمسية الضوئية إلى طاقة كهربائية، واستطاع هذا النوع من المكيفات أن ينافس أهم الأجهزة الكهربائية، بالرغم من أسعارها المرتفعة. هذا وتحقق أجهزة المكيفات التي تعمل بالطاقة الشمسية توفيراً كبيرا وخاصة عند توافر المساحة المناسبة لتركيب الخلايا الشمسية...بالإضافة إلى ذلك يوجد العديد من المميزات منها أن الألواح الشمسية لا تحتاج لنوعية معينة من أشكال المكيفات، حيث يمكن استخدامها مع المكيفات المنفصلة أو المكيفات المركزية. كذلك يمكن القيام بتنظيف الألواح الشمسية باستخدام المياه والمواد المنظفة بكل سهولة، أو التنظيف الجاف للحفاظ على المياه، حتى تعمل بأداء أفضل، فيمكن عمل ذلك بشكل شهري عند تركيبها في منطقة صحراوية أو تنظيفها كل ثلاثة أشهر عند تواجدها في منطقة زراعية أو عمرانية. علما بأن الطاقة الشمسية تساعد في الحفاظ على البيئة عن طريق الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري مع ضمان وجود طاقة مستمرة.

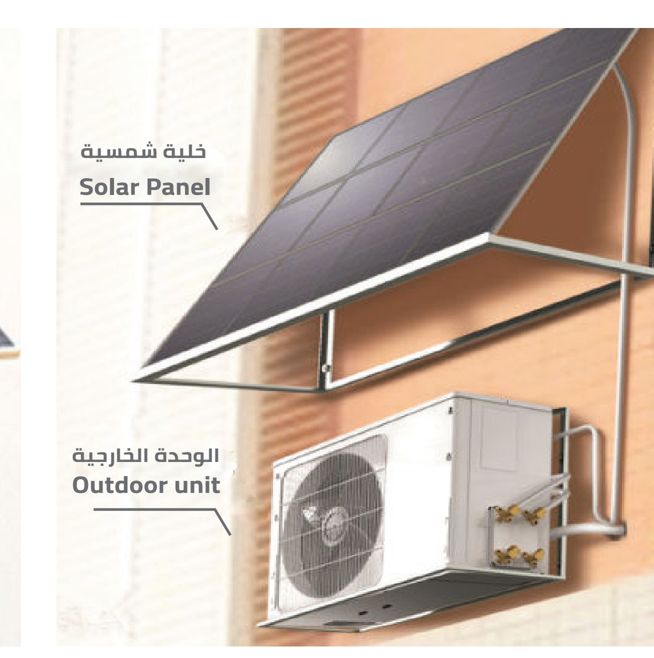
يمكن تشغيل مكيف الهواء الشمسي بأحد الطرق التالية:

- مباشرة على التيار المستمر (DC) من خلال الخلايا الشمسية الكهروضوئية مباشرة في النهار وفى وجود الشمس كما فى الشكلين (1) & (2) الموضحة لأمثلة لمجموعة خلايا شمسية لتغذية مكيف هواء شباك ومنفصل . بينما يوضح شكل (3) خلية شمسية لتغذية مكيف هواء تيار مستمر.

- بإضافة بنك بطاريات ومنظم شحن مع الخلايا الشمسية لتشغيل المكيف في الليل.

- بالإضافة إلى بنك البطاريات ومنظم الشحن وعاكس مع الخلايا الشمسية لتشغيل المكيف بالتيار المتردد (AC) و / أو التيار المستمر (DC) وهو ما يعرف بمكيف الهواء الهجين بالطاقة الشمسية (من الشمس والشبكة الكهربائية والبطاريات).

يوضح شكل (4) مكونات شبكة تغذية مكيف الهواء مزدوج (هجين) بالطاقة الشمسية

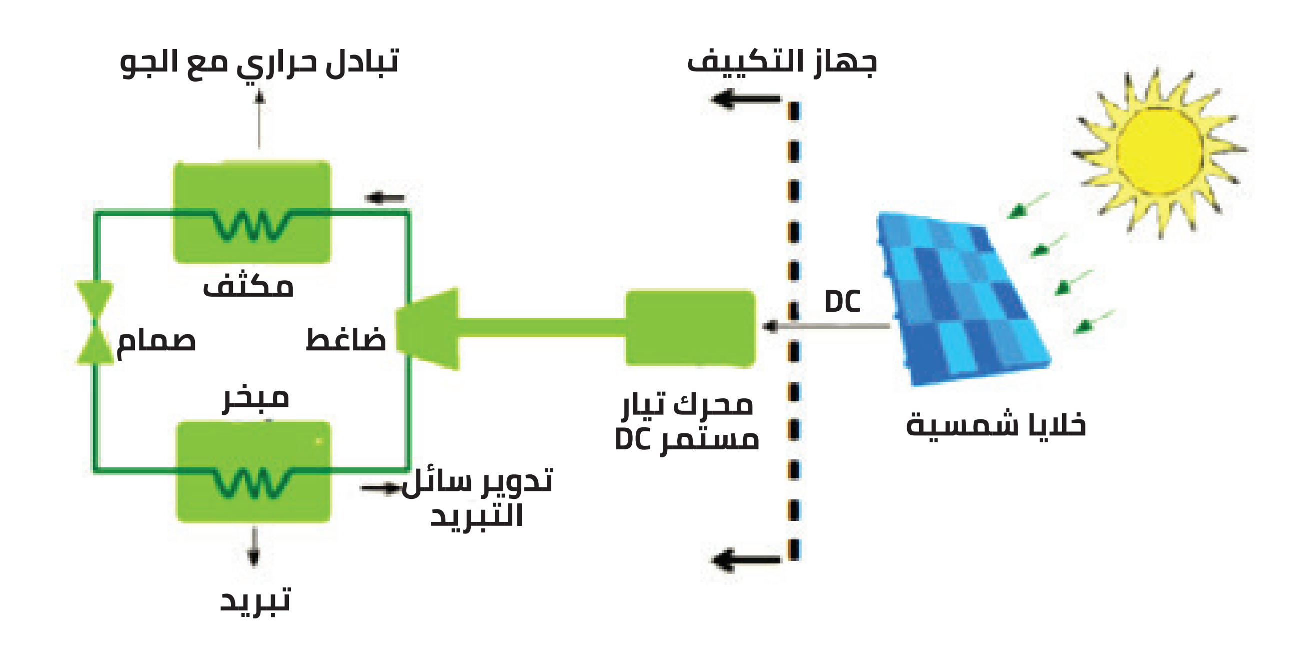


شكل (2) مثال لخلايا شمسية لتغذية مكيف هواء منفصل

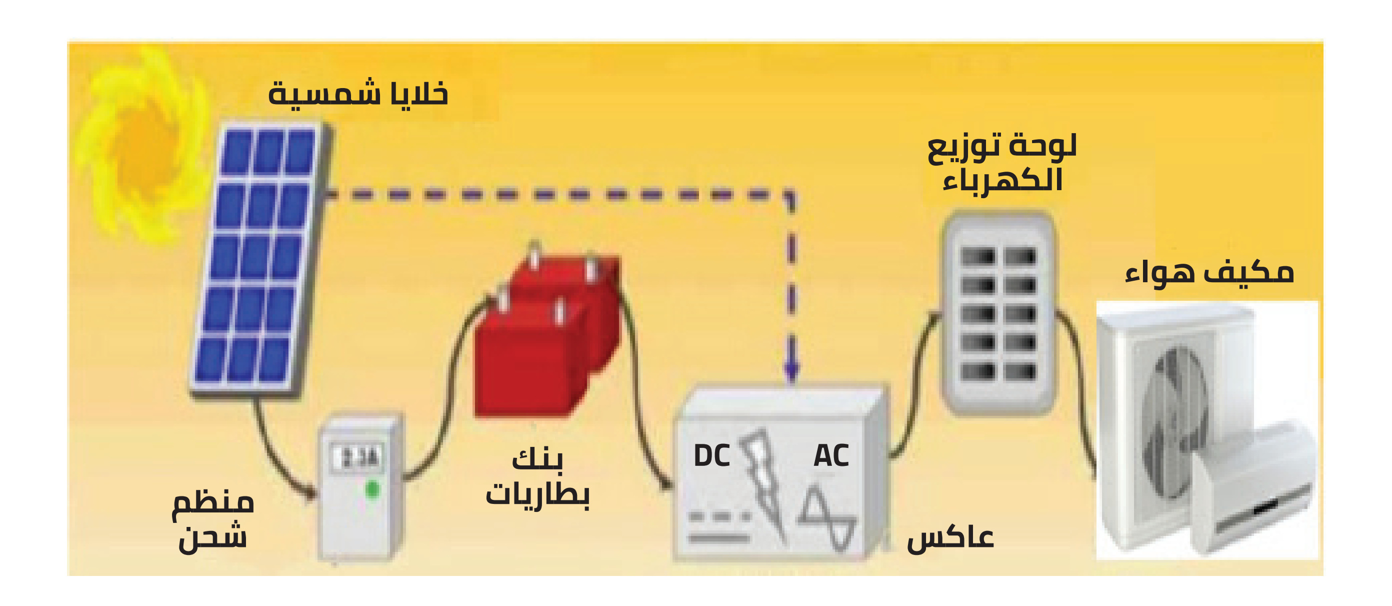


شكل (1) مثال لمجموعة خلايا شمسية لتغذية مكيف هواء شباك

شكل (3) خلية شمسية لتغذية مكيف هواء تيار مستمر



شكل (4) مكيف هواء هجين يعمل بالطاقة الشمسية





أجهزة تكييف الهواء
Air Conditioners



الباب الثالث

أجهزة تكييف الهواء
Air Conditioners

التكييف عبارة عن عملية تتم فيها معالجة للهواء صناعياً، وذلك من حيث:

- التخلص أولاً من نسبة الرطوبة الزائدة.

- تنقية الهواء، وتغييره، ثم توزيعه.

وتكييف الهواء (Air conditioning)، إما أن يكون لمعالجة هواء المباني لجعله أكثر ملائمة لراحة وصحة الجسم البشري، أو لتوفير الجو الملائم لبعض العمليات الصناعية.

تعتبر أجهزة تكييف الهواء هي أفضل الأجهزة التي يعتمد عليها الأشخاص عند ارتفاع درجة الحرارة للتخفيف من حدتها، حتى يمكن مباشرة الحياة والأعمال بشكل طبيعي، و حيث أن هذه الأجهزة تستهلك كم كبير من الكهرباء، لذا بحث الكثيرين عن طرق تمكنهم من خفض معدلات الاستهلاك لتلك الأجهزة .

تتنوع مكيفات الهواء من حيث سعة تبريدها وأحجامها وأسعارها، وعلى الرغم من اختلاف مظهر هذه المكيفات, إلا أن جميعها تعمل بنفس المبدأ وبشكل أساسي.

كما تصنف وحدات تكييف الهواء إلى 3 أنواع رئيسية، هذا التقسيم تبعاً لطريقة تركيبها، بالإضافة إلى أنه يتعلق جزئياً بآلية التبريد المستخدمة في كل منها، ويوضح جدول (1) هذه الانواع.

جدول (1) أ نواع وحدات وأجهزة التكييف

النوع	التعريف / المميزات / العيوب
مكيفات هواء منفصلة **(Split Units)**	- يتكون من وحدة ضاغط ومبادل حرارة خارجي يوضع خارج المنزل عادة، ووحدة مبادل حرارة داخلية تقوم بتوزيع الهواء في الغرفة - أكثر كفاءة من حيث توزيع الهواء وسرعة التبريد - أصعب تركيباً وأغلى سعرا
مكيفات هواء متنقلة (محمولة) **Mobile Units (Windowless)**	- منتشر بدرجة واسعة بسبب سهولة نقله وعدم الحاجة لإجراءات معقدة للتركيب - مناسب للمناخات الحارة والجافة - يستلزم تزويده بالمياه بشكل دوري والتخلص من الشوائب - غالباً مرتفع الثمن مقارنة بسعة التبريد وصعوبة الحمل نسبيا
مكيفات هواء نافذة **(Window)**	- يتكون من جزء وحيد يوضع ضمن النافذة (قد يستلزم تثبيت قاعدة حمل خارج النافذة في حال لم تكن الجدران سميكة بكفاية) - سهل التركيب ورخيص الثمن نسبياً - يصدر صوت مرتفع - ضعف المقدرة على توزيع الهواء بانتظام وعدم دعمها للتدفئة في معظم الأحيان يجعلها أقل انتشارا من الأنواع الأخرى

التكييف المركزي **(Central Air Conditioner)**	- الحل الأفضل للاستخدام في الغرف الكبيرة - يوفر هذا النوع درجة تبريد قوية - يتم تثبيتها كما هي في السقف - تساعد على توفير المساحات - تتطلب جهداً كبيرا لتثبيتها في السقف - أكثر تكلفة من باقي الأنواع
المكيف الصحراوي **(Desert Air Conditioner)**	- استثمارات أقل، أداء ممتاز - استهلاك كهرباء أقل - أداء مستقر وجودة فعالة - تدفق هواء كبير وإمدادات هواء لمسافات طويلة - تأثير تبريد رائع - جودة هواء جيدة - صيانة بسيطة



مكيف هواء شباك **مكيف هواء متنقل** **مكيف هواء منفصل**

شكل (1) أنواع وحدات وأجهزة التكييف

من خصائص أجهزة التكييف:

1- سهولة الفك والتركيب

- الوحدات المحمولة لا تحتاج أي تركيبات عادةً إلا مد خرطوم هواءٍ إلى النافذة القريبة.

- مكيفات هواء النافذة تحتاج لعدة خطوات أعقد قليلاً، حيث يجب وضعها بشكل مناسب مع الحاجة أحياناً لوضع قواعد إسناد في الخارج لتحمل وزنها، لكنها عموماً قابلة للتركيب دون صعوبات كبيرة.

- مكيفات الهواء سبليت تحتاج غالباً الى فنى مختصٍ لتركيبها، لاحتياجها لتوصيل خراطيم وأنابيب عدة من الداخل للخارج مع تثبيتها ببراغي وتحتاج ايضا لقاعدة تحمل الجزء الخارجي منها.

2- سعة أو قدرة التبريد

- تتراوح سعة وحدات التكييف المحمولة من نصف طن حتى طن ونصف من التبريد (مع وجود أنواع كبيرة بالحجم تصل حتى 3 طن).

- سعة مكيفات هواء النافذة نادراً ما تتعدى حد طن واحد من التبريد.

- يتوافر مكيفات هواء سبليت بسعات تبدأ من نصف طن حتى 4 أطنان تبريد للمكيفات المنزلية، وحتى خيارات أعلى للأنواع المخصصة للأغراض الصناعية.

3 - التحكم فى الرطوبة

- تنتج مكيفات هواء النافذة و المحمولة هواء رطباً مناسباً للبيئة الصحراوية بشكل أكبر، أى أنها مناسبة جدا في الأجواء ذات الرطوبة المنخفضة.

- تنتج مكيفات هواء سبليت هواء قليل الرطوبة عادةً وهى مناسبة و مثالية في الأماكن ذات الرطوبة المرتفعة مثل المناطق الساحلية.

بعض أنواع المكيفات الحديثة تتيح تحكماً محدوداً برطوبة الهواء الخارج منها حيث تقوم بزيادة أو إنقاص رطوبته حسب الحاجة، علماً بأن الهواء الرطب يعني فعالية تبريد أكبر، بينما الهواء الجاف يعطي إحساساً أكثر راحةً وحتى سرعة تبريد أكبر عند التشغيل.

4 - قدرة المكيف على فلترة وتنقية الهواء الداخل إليه

هذه الخاصية مهمة جدا في البيئة الصحراوية حيث الغبار والأتربة الكثيرة أو في بيئات المدن، حيث يسبب دخان السيارات والمصانع تلوث الهواء.

5- العمل في وضعي التدفئة والتبريد

- من المعلوم أن مكيفات الهواء تستخدم غالباً لأغراض التبريد بالدرجة الأولى، ولكن يمكن استخدامها لأغراض التدفئة، حيث أثبتت كفاءتها حتى أنها تعتبر أوفر من ناحية استهلاك الطاقة من بعض الوسائل الأخرى كالمدافئ الكهربائية مثلاً.

- معظم مكيفات الهواء المحمولة ومكيفات النوافذ لا تحتوى على خيار التدفئة.

- لان مكيفات الهواء سبليت تعتمد على ضواغط هواء لتكييف الهواء لذا تكون فعالة لحالتى التبريد والتدفئة في معظم الأنواع. لكن بعض الانواع تدعم التبريد فقط.

6 - استهلاك الطاقة الكهربائية

لأن أنظمة التكييف واحدة من أكثر الأجهزة استهلاكا للطاقة، فإن اختيار وحدة تكييف هواء ذات استهلاك منخفض من شأنه أن يوفر فى فاتورة الكهرباء على المدى البعيد، لذا فإن المكيف مرتفع الثمن يستهلك طاقة كهربائية أقل.

7 - مستوى الضجيج الداخلي

- تصدر من أجهزة التكييف ضجيج يتراوح بين 18 و 60 ديسبل.

- تعد المكيفات الهواء Split أقل المكيفات ضجيجاً، لأن الضاغط موضوعاً خارج المنزل، يبقى الصوت الوحيد ناتجاً عن وحدة المبادلة الحرارية الداخلية.

تصنف أجهزة تكييف الهواء إلى

-معدات متكاملة (Equipment Unitary)

-معدات مركزية (Equipment Central)

- معدات صحراوية (Equipment Desert)

اولا معدات التكيف المتكاملة

من أمثلتها تكييف الهواء شباك ومنفصل

يوضح جدول (2) أمثلة لخصائص وحدات تكييف الهواء (شباك - تبريد)

ويوضح جدول (3) أمثلة لخصائص وحدات تكييف الهواء (تبريد) (أحادية الطور, 50 هرتز)

جدول (2) أمثلة لخصائص وحدات تكييف الهواء (شباك - تبريد)

البند	الوحدة	المواصفة
السعة الحرارية للتبريد	Btu/h	17500
	Kw	5.15
الاستهلاك الكهربى للتبريد	W	2010
	A	9.00
	Hp	2.50
نسبة كفاءة الطاقة للتبريد(EER)	W/W	2.55
	Btu / Wh	8.72
نوع الفريون	R22	
مصدر الكهرباء	220 V / 1 ph / 50 Hz	

جدول (3) أمثلة لخصائص وحدات تكييف الهواء (تبريد) (أحادية الطور 50, هرتز)

	المواصفة	النوع (1)	النوع (2)	النوع (3)
عام	سعة التبريد / الجهد : (Kw &v)	6.4 Kw / 220v	6.45 Kw / 240v	5.2 Kw / 220v
	القدرة المستهلكة : (w)	2350	2440	1920
	معامل القدرة (%)	96	91	95
	تيار التشغيل (A): داخلي/ خارجي	0.3/10.9	0.3/10.8	0.29
	تيار البداية (A)	50	50	40
	المبرد : النوع/ الكمية (kg)	R22/ 1.63	R22/ 1.63	R22/ 1.17
الوحدة الداخلية	حجم الهواء (m^3/h) - مروحة كبيرة	950	950	750
	- مروحة متوسطة	750	750	650
	- مروحة صغيرة	600	600	530
	قدرة مخرج محرك المروحة (w)	30	30	30
الوحدة الخارجية	حجم سريان الهواء (m^3 /h)	3380	3560	2105
	قدرة مخرج محرك المروحة (w)	65	65	42
حدود درجة الحرارة الخارجية (^oC)		43 – 15	43 – 15	52 - 15
نسبة كفاءة الطاقة (%)		2.70	2.64	2.70

فكرة مكيف هواء منفصل (Split)

من أكثر الأنواع انتشاراً و استخداما ويتكون من:

- وحدة داخلية (داخل الحيز المراد تكييفه).

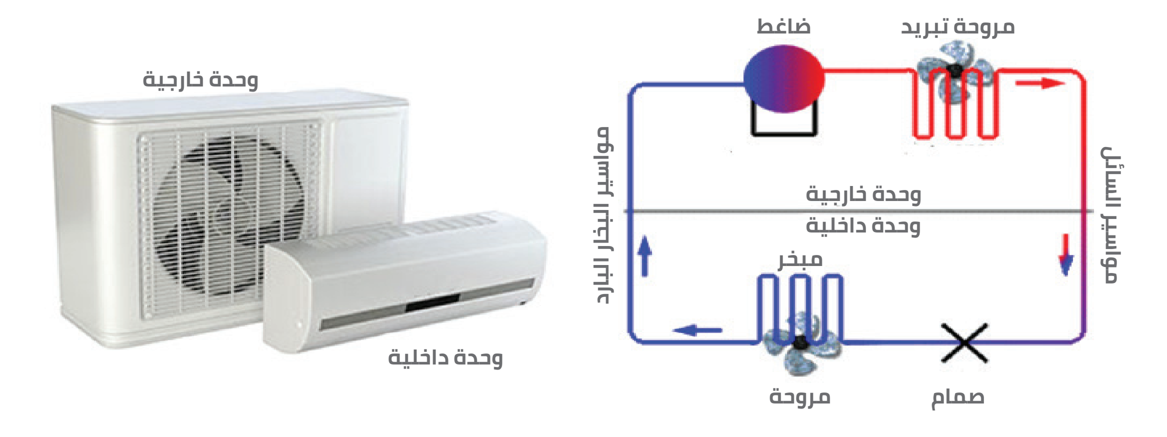
عبارة عن مبخر (Evaporator) بمروحة وصمام (valve).

- وحدة خارجية.

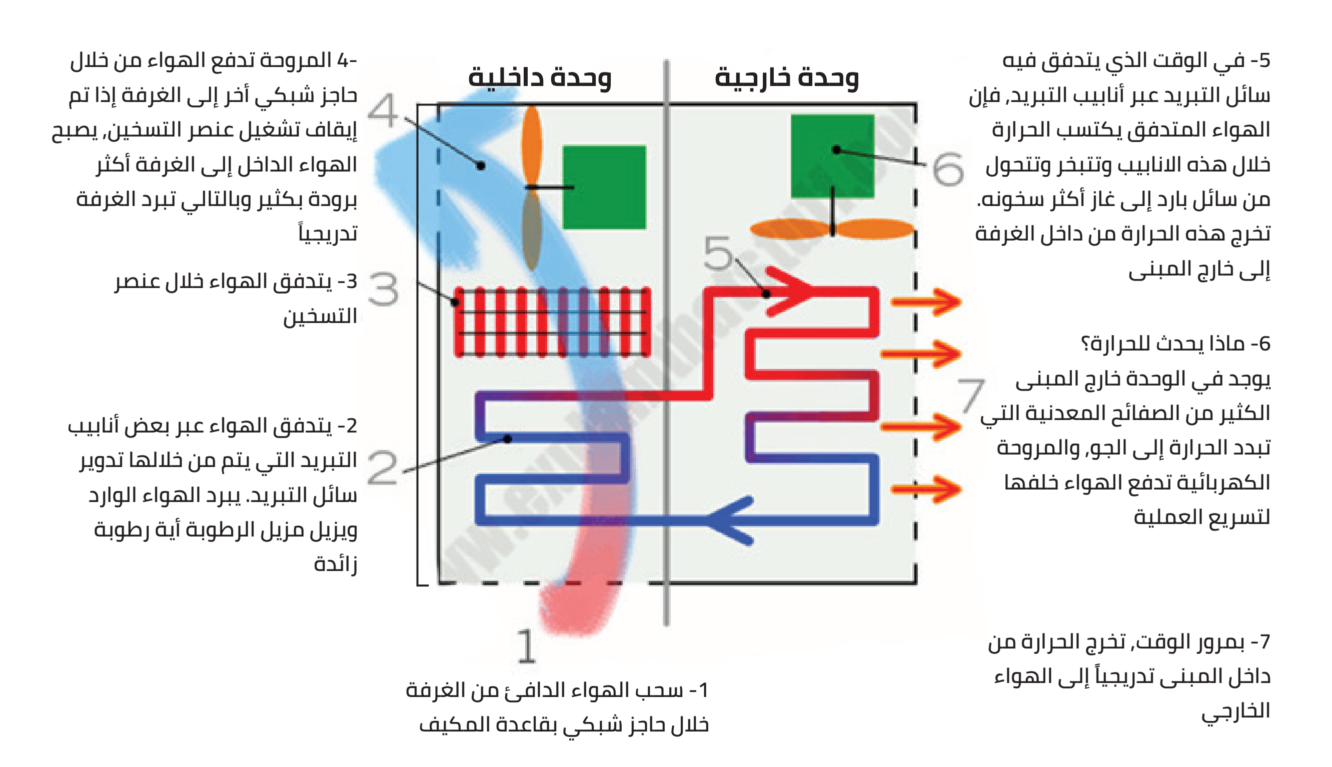
عبارة عن مكثف (condenser) بمروحة، وضاغط (compressor).

يتم التوصيل بين الوحدتين بواسطة مواسير تحمل مادة التبريد، كما يوجد نظام آخر مكون من عدة وحدات داخلية ووحدة واحدة خارجية. ويقوم المكثف أثناء عمل الدورة بطرد الحرارة من الحيز الداخلي إلى الخارج، وذلك من خلال الضاغط والمروحتين واللتان تعملان بالكهرباء، وسط التحويل هو مادة التبريد (Refrigerant) والذي يتبخر عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة المكان (الغرفة). تعمل الطاقة الحرارية على تحويل كل مادة التبريد الموجودة داخل المبخر إلى غاز (بخار). كما يعمل الضاغط على رفع ضغط بخار التبريد ومعه درجة الحرارة إلى قيمة أعلى من درجة الحرارة المحيطة عندئذ، تطرد الحرارة المخزنة أتوماتيكيا إلى الخارج عن طريق تكثيف البخار إلى سائل مرة ثانية، حيث ينطلق من خلال صمام التمدد ومعه درجة الحرارة إلى الوحدة الداخلية مرة ثانية إلى موضع البداية. وتساعد المروحتين في الوحدتين على نقل الحرارة. إن ميزة هذه الدورة الحصول على سعة تبريد أعلى. ويمكن أن يكون المكيف: (تبريد + تدفئة)/ أو تبريد فقط. يوضح شكل (2) مكونات مكيف هواء منفصل، ويوضح شكل (3) مراحل عمل مكيف هواء منفصل، يبين جدول (4) خصائص بعض أنواع أجهزة تكييف الهواء المنفصلة الحائطية.

شكل (2) مكونات مكيف هواء منفصل



شكل (3) مراحل عمل مكيف هواء منفصل



جدول (4) خصائص بعض أنواع أجهزة تكييف الهواء المنفصلة الحائطية

البند	الوحدة	النوع 1	النوع 2	النوع 3
السعة الحرارية للتبريد	Btu/h	12500	18500	23000
	Kw	3.66	5.42	6.73
الاستهلاك الكهربى للتبريد	W	1172	1760	2178
	A	5.3	9.07	9.92
نسبة كفاءة الطاقة للتبريد(EER)	W/W	3.13	3.08	3.10
	Btu / Wh	10.67	10.51	10.56
نوع الفريون	R22			

https://miraco.com.eg/

تحديد مقاس مكيف الهواء

يحدد مقاس المكيف بسعة التبريد (بوحدة Btu/h) والتى يجب أن تحدد بدقة لأن:

- المقاس الأقل للمكيف لن يبرد بشكل كافي في الجو شديد الحرارة

- المقاس الأكبر للمكيف يؤثر بشدة في درجة الراحة للأشخاص، فقد يتم إيقاف تشغيل المكيف في كثير من الأحيان، دون أن يعمل لفترة كافية لإزالة الرطوبة عن الغرفة بشكل صحيح، أو تبريد بشكل منتظم. وبالتالي سيستهلك طاقة أكثر من الضروري.ويتم اختيار سعة تبريد جهاز التكييف المناسبة للمساحة التقريبية للحيز المراد تكييفة مع مراعاة موقع المكان المراد تكييفة.

عموماً لتحديد مقاس مكيف الهواء بطريقة بسيطة تتبع هذه الخطوات:

1- حساب مساحة أرضية المكان المراد تهويته:

يتم قياس طول وعرض الأرضية بدقة – يفضل عدم تقدير الطول والعرض – ثم تحسب المساحة

مساحة أرض المكان المراد تهويته = الطول × العرض

2- باستخدام المساحة المحسوبة، نحصل على سعة التبريد الأساسية من جدول (5)

3- في حالة عدم توافر شروط جدول (5) [شخصين بالغرفة، نوافذ وعزل متوسط تعرض المكان لأشعة الشمس]، يؤخذ في الاعتبار إضافة أو طرح قيم لسعة التبريد الأساسية طبقا لوصف المكان، وتبعا لجدول (6)

جدول (5) قيم سعة التبريد الأساسية طبقا للمساحة [3]

المساحة الكلية للأرض		سعة التبريد الأساسية (Btu / h)
m^2	ft^2	
9 - 14	100 – 150	5000
14 – 23	150 – 250	6000
23 – 28	250 – 300	6500
28 – 33	300 – 350	7250
33 – 38	350 – 400	8000
38 – 41	400 – 450	8750
41 – 46	450 – 500	9650
46 – 51	500 – 550	10500
51 – 65	550 – 700	12000
65 – 93	700 – 1000	15000
93 – 111	1000 – 1200	17700
111 – 149	1200 – 1600	19000 – 24000
149 – 167	1600 – 1800	24000 – 27000
167 – 260	1800 – 2800	27000 - 33000

https://www.nrcan.gc.ca/

جدول (6) إجراءات لتصحيح قيمة سعة التبريد الأساسية [3]

حالات تؤخذ في الإعتبار لتصحيح سعة التبريد الأساسية	الإجراء
إذا كان واجهة الغرفة في إتجاه الشمال أو الشمال الشرقي, أو أن يكون مظلل بالكامل	يطرح من سعة التبريد الأساسية نسبة 10%
إذا كانت الغرفة معرضة بالكامل للشمس (أن تكون النوافذ جهة الغرب أو الجنوب الغربي)	تضاف إلى سعة التبريد الأساسية نسبة 10%
إذا كان عزل المكان سيء	تضاف إلى سعة التبريد الأساسية نسبة 15%
إذا شمل المكان مطبخ عمل	تضاف قيمة 4000 Btu/h لسعة التبريد الأساسية
إذا تواجد أكثر من شخصين بإنتظام في المكان	تضاف قيمة 600 Btu/h لكل شخص اضافي بالمكان
إذا استخدم التكييف للعمل ليلا فقط	يطرح من سعة التبريد الأساسية نسبة 30%

https://www.nrcan.gc.ca/

مثال:

مطلوب تحديد سعة جهاز التكيف لغرفة بياناتها كالآتى :

* بيانات الأرضية : الطول (6.1 m)، العرض (3.7 m)

* النوافذ معرضه للشمس من جهه الجنوب

* يشمل المكان مطبخ عمل

* يشغل المكان شخصين

الحل:

مساحة المكان (الغرفة) = 3.7m × 6.1 m

= $22.6\ m^2$

من جدول (2)

سعة التبريد الأساسية = 6000 Btu /h

من جدول (3) تتم إجراءات لتصحيح قيمة سعة التبريد الأساسية كالآتى

- لأن النوافذ معرضه للشمس من جهه الجنوب يضاف:

10% x 6000 = 600 Btu/h

- ولأن المكان يشتمل على مطبخ عمل، يضاف: 4000 Btu/hr

- إذاً إجمالي سعة التبريد المطلوبه تكون

6000 + 600 + 4000 = 10600 Btu / hr

حيث أن 1 ton = 12000 Btu / hr

لذا يتم اختيار مكيف تهوية 1 ton

حل آخر

يوضح جدول (7) تحديد المساحة تبعا لسعة التبريد/ التدفئة (220 – 240 V / 50 HZ) لأحد منتجات مكيفات منفصلة، أخذا فى الاعتبار جميع إجراءات تصحيح قيمة سعة التبريد الأساسية.

مساحه المكان (الغرفة) = 3.7m × 6.1 m

= $22.6\ m^2$

من جدول (7)

سعة التبريد = 12000 Btu/h

جدول (7) تحديد المساحة تبعا لسعة التبريد/ التدفئة (220 – 240 V / 50 HZ)

سعة التبريد (BTU/h)	7200	9000	12000	18000	24000	30000	36000
سعة التدفئة (BTU/h)	7600	9800	13000	19000	26400	32000	38000
المساحة القابلة للتطبيق (m^2)	16-10	17-14	22-18	36-26	47-35	68-50	78-60

www.era.solar.com

ثانيا :معدات التكييف المركزي (Central Air Conditioning)

يتكون نظام تكييف هواء مركزي (المبردات) (Chillers)من الأجزاء الرئيسية الآتية:
- جهاز تبريد المياه والذى يتكون من ضاغط هواء واحد أو أكثر يقوم بتبريد المياه لدرجة حرارة معينة (مثلا 45 درجة فهرنهايت).
- مضخات لضخ المياه الباردة من المبنى وسحب المياه الراجع.
- وحدة معالجة الهواء (Air Handling Unit AHU) والذى يثبت داخل المبنى لاستقبال المياه الباردة القادمة من المبرد وعمل معالجة للحصول على هواء بارد يتم توزيعه على المبنى.

يمتاز هذا النظام بالكفاءة العملية والاقتصادية خاصة للمباني الضخمة.

يوضح شكل (4) مكونات تكييف مركزي شيلر.

تصنف أنواع الشيلر إما من حيث نوع الضاغط المستخدم أو من حيث تبريد المكثف كالآتى:

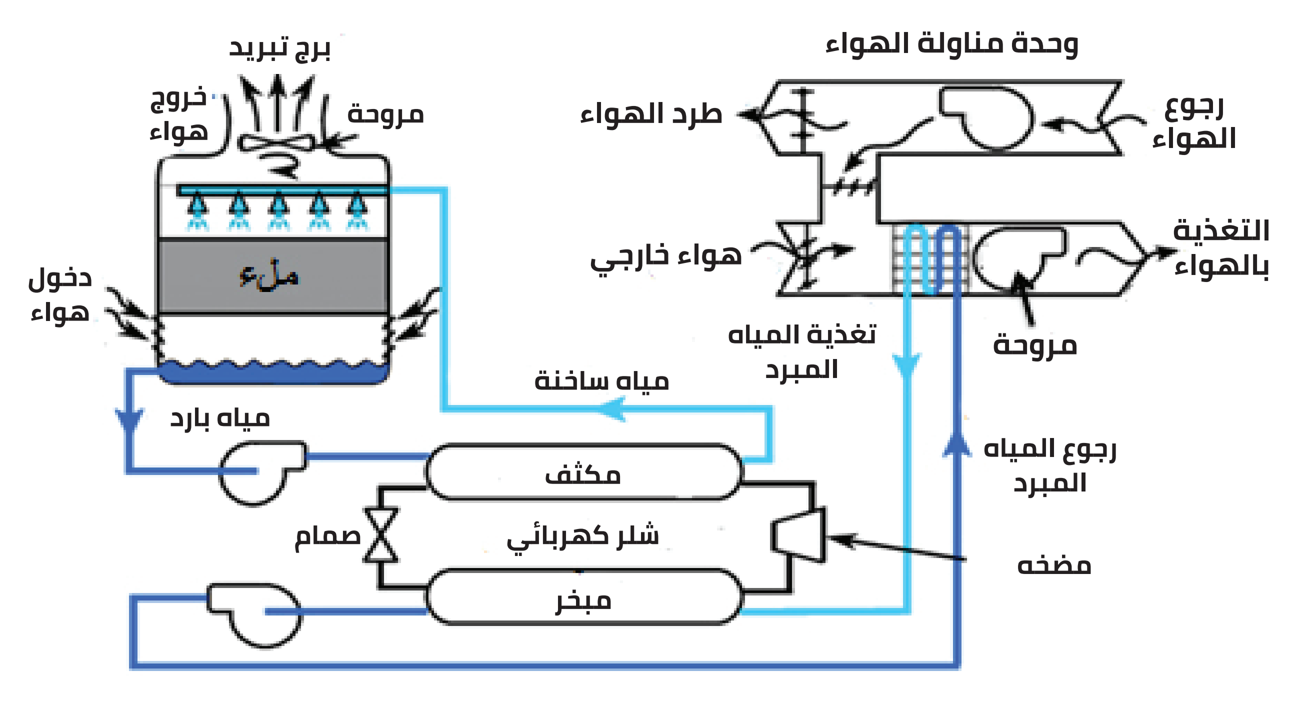
من حيث الضاغط:

- شلر طرد مركزى (Centrifugal Chillers)
- شلر لولبى (Screw Chillers)
- شلر ترددى (Reciprocating Chillers)

من حيث تبريد المكثف:

- شيلر تبريد مياه (Water Cooled Chiller)
- شيلر تبريد هواء (Air Cooled Chiller)

وفيما يلى عرض بعض أنواع التكييفات المركزية



شكل (4) مكونات تكييف مركزي شيلر

1) شيلر تبريد المياه

يتكون نظام التبريد المركزى من دائرتين مياه إحداهما تبرد عن طريق الشيلر وتكون مياه معالجة كيميائيا حتى لا تؤثر على المواسير والطلمبات التى تمر بها وتكون درجه حرارتها منخفضة. تستخدم المياه المبردة عن طريق الشيلر فى تبريد الغرف والقاعات بالمبنى، حيث تمر بملف من المواسير، عن طريق مروحة يتم دفع الهواء من خلالها فتقوم بتبريد المكان.

ويتم التحكم فى درجة الحرارة عن طريق ملف (actuator) يتحكم فى كمية المياه المارة فى المواسير.أما فى حالة القاعات الكبيرة فتستخدم وحدات مناولة الهواء (AHU) وهى تقريبا بنفس الطريقة ولكن بمساحات مختلفة وقدرات مختلفة، أما الدائره الأخرى فتختص بتبريد الشيلر نفسه وتتصل بأبراج تبريد تكون موجودة أعلى المبنى حيث يتم رش المياه وتبريدها بمروحة ضخمة ثم تعود عن طريق دفع الطلمبات إلى الشيلر نفسه لتبريده.

(2) تكييف مركزي شيلر

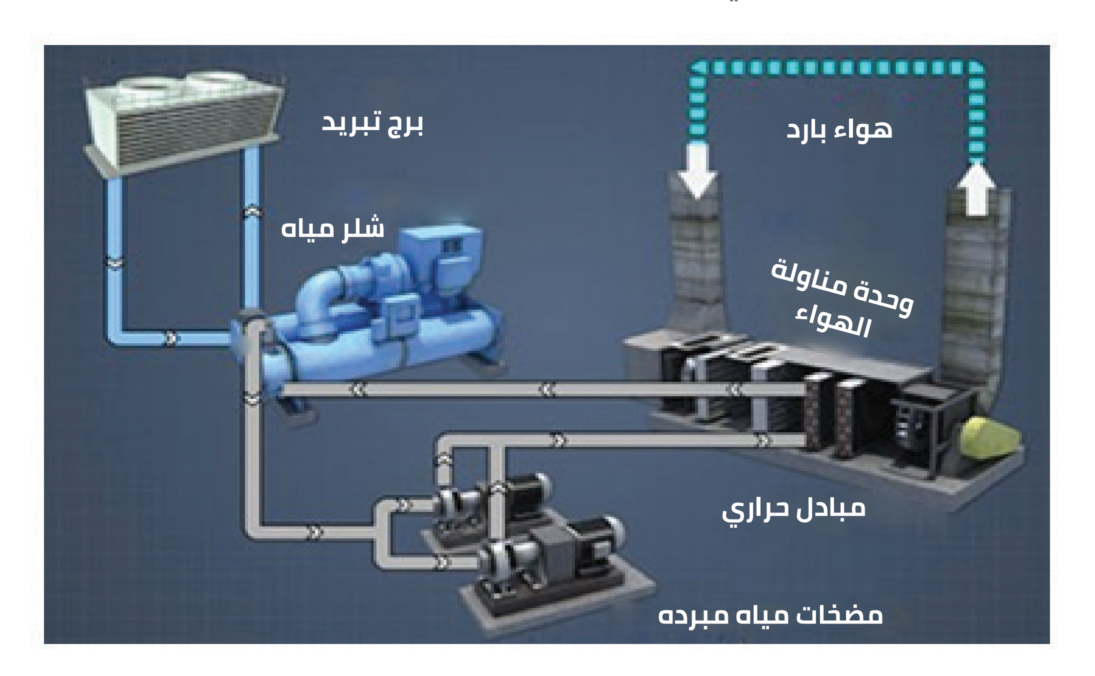
يستخدم في هذا النوع من التكييفات المركزية المياه كوسيط تبريد للمنطقة المراد تبريدها، هذا النوع من المكيفات المركزية متميزة و فكرتها كالتالي:

- أثناء مرور المياه في المبخر يتم تبريده.

- فيضخ المياه المبرد إلى المبادلات الحرارية بواسطة مضخات خاصة.

- يتم التبادل بين الهواء البارد الناتج من المياه الباردة التي تم ضخها مع الهواء المتواجد في المكان و ذلك بواسطة مراوح مسلطة على المبادلات الحرارية التي تقوم بتبريد المياه.

- يتم تبريد المكثف من التكييف المركزي (حسب التصميم) والذى يكون إما بواسطة الهواء الجوي فيسمي النظام وحدة تبريد ذات مكثف مبرد بالهواء الجوي أو بواسطة المياه الذي ينتقل بواسطة مضخات خاصة تنقل المياه من أبراج التبريد إلى مبادل حراري وتمر فيه مواسير المكثف حيث يتم تبريد سائل المبرد بالمياه. ويعتبر تكييف شيلر هو أفضل أنواع المكيفات المركزية من حيث القدرة على التبريد و قوة عمله و لكن يعتبر التكييف الأكثر تكلفة، لذا يوصى بعدم استخدامه للمساحات الصغيرة بينما يوصى في المستشفيات والمجمعات السكنية التي تشتمل على العديد من الوحدات و تعتمد على نظام تكييف مركزي واحد فقط.
يوضح شكل (5) تكييف مركزي شيلر.



شكل (5) تكييف مركزي شيلر

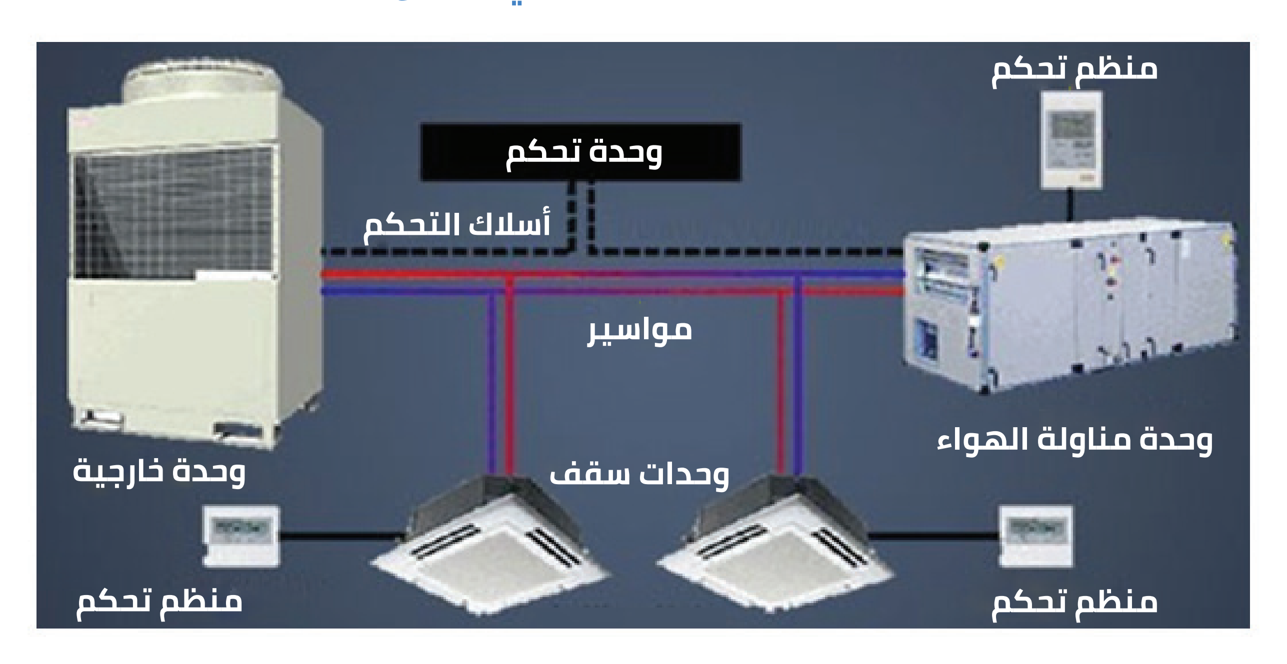
https://itqanaircond.com/ar/central-ac-companies.html

(3) تكييف مركزي مجمع

هو تكييف مركزي يعمل بالفريون تعتمد نظرية تشغيلة على سحب الهواء الداخلي و تبريده بواسطة نظام التبريد المخصص لهذا النوع و إعادته للداخل بعد خلطة بنسبة من الهواء النقي من الخارج.

يحتاج هذا النوع إلي مناورة كبيرة لتمرير أنظمة القنوات (duct)، وتعتبر تكلفة تصميم و تنفيذ هذا النوع متوسطة مقارنة بالتكييف المركزي الشيلر وأيضا تكلفة الصيانة متوسطة يوضح شكل (6) تكييف مركزي مجمع.

شكل (6) تكييف مركزي مجمع




https://itqanaircond.com/ar/central-ac-companies.html

(4) تكييف منفصل (سبليت) مركزي

هذا النوع مثل المكيفات السبليت العادية التي تركب في المنازل فتمديداتة بسيطة و مماثلة لتمديدات السبليت من الوحدات الخارجية ومراوح التشغيل الداخلية و لكن الاختلاف الوحيد هو تركيب نظام القناة (duct) بأسقف الغرف من وحدات المراوح الداخلية إلى مخارج الهواء في الغرف. ومن عيوبة أنه لا يجدد الهواء، ولكنه مرن من حيث التحكم بحرارة الغرف كل على حده و تكاليف صيانته منخفضة مقارنة بباقي الأنواع من المكيفات المركزية، لذلك يمكن اختياره في المساحات و المنازل الصغيرة يوضح شكل (7) هذا النوع.

شكل (7) تكييف منفصل مركزي



https://itqanaircond.com/ar/central-ac-companies.html

ثالثا :المكيفات الصحراوية (Desert Air Conditioning)

تأتي تسمية التكييف الصحراوي بسبب عدم حاجته لتوصيلات كهرباء وخلافه، ولكن بعض الأنواع قد تحتاج توصيله مياه خاصه، حيث أن طريقة عمل التكييف الصحراوي عبارة عن تبريد المياه بداخله، ومن خلال مروحة قوية يتم نشر رذاذ الماء البارد/الثلج مما يساعد على ترطيب الجو في المكان وتقليل درجة الحرارة. أى أنه أحد أنواع أجهزة تكييف الهواء والذى يعتمد مبدأ عمله على نظرية التبريد التبخيرى، أى رش المياه لإحداث تلامس بين الهواء الجاف والمياه مما ينتج عنه تبادل حرارى يؤدى إلى انخفاض درجة حرارة الهواء وزيادة رطوبته نتيجة تبخر المياه. كما يوجد نوع من التكييف الصحراوي يعمل بالفريون بدلا من المياه من فئه التكييف المتنقل ولكن سعره مرتفع. يوضح شكل (8) أمثلة لأجهزة تكييف الهواء الصحراوية.

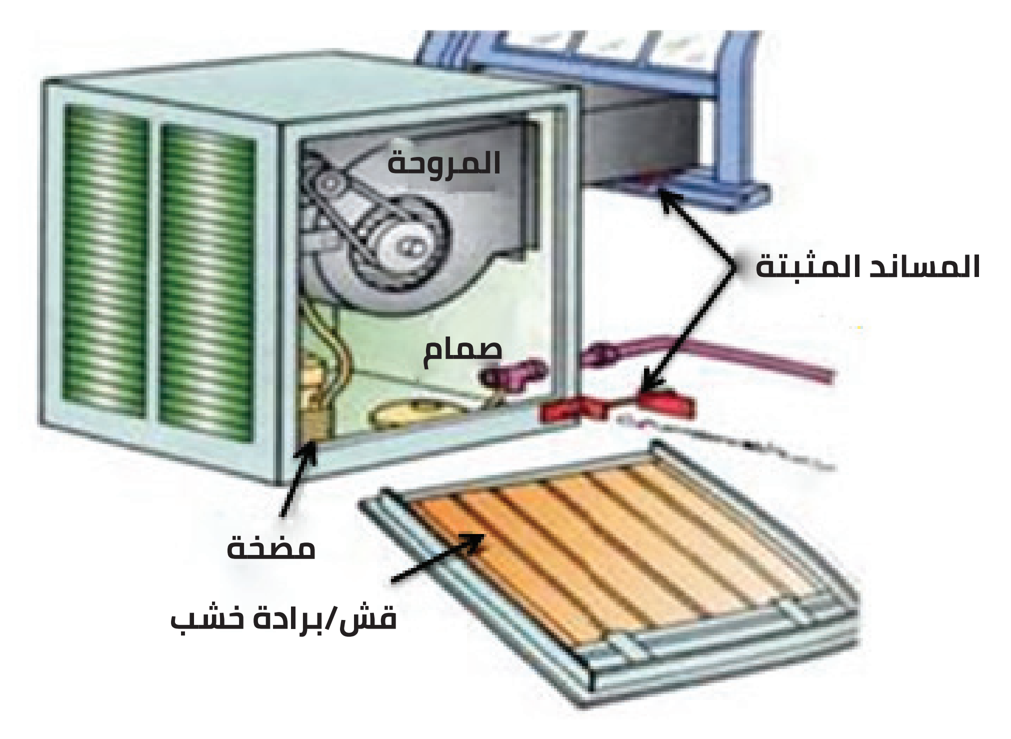
ويوضح شكل (9) مكونات أجهزة تكييف الهواء الصحراوية، ويبين شكل (10) أمثلة لأجهزة تكييف الهواء الصحراوي المتنقل.



1.5 حصان / 220 فولت

1/6 حصان 220 فولت

شكل (8) أمثلة لأجهزة تكييف الهواء الصحراوي



شكل (9) مكونات أجهزة تكييف الهواء الصحراوي



شكل (10) أمثلة لأجهزة تكييف الهواء الصحراوي المتنقل

فكرة عمل التكييف الصحراوي

بشكل عام تعتمد التكييفات على ضغط الهواء حيث يتم إخراج هواء بارد حسب درجة الحرارة ثم يتم طرد الهواء الساخن وهكذا مما يدفعه إلى تكوين ذرات من الماء وبالتالي يجب أن يتم توصيل أنبوب خاص بتصريف الماء.

يعتمد تبريد الهواء على ضخ ذرات الماء في الجو مما يجعله يزيد من نسبة الرطوبة وبالتالي يشعر الفرد بانخفاض بسيط في درجة الحرارة، حيث أن فكرة عمله تعتمد على وجود حوض ماء ومعه شفاط هواء ومروحة صغيرة الحجم تعمل على رفع ذرات الماء لأعلى فيقوم الشفاط بنثرها في مختلف أركان جسم المكيف من خلال تواجد طبقة تشبه قش الأرز أو تواجد طبقة إسفنجية تعمل على تلطيف درجة الحرارة بشكل عام. ويبين شكل (11) فكرة عمل أجهزة تكييف الهواء الصحراوي.

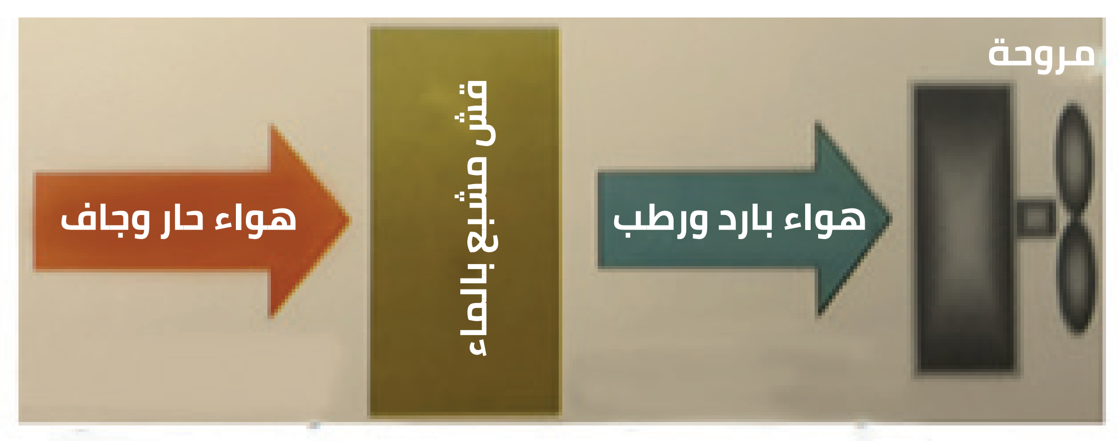
تعتمد المكيفات الصحراوية على تبخر الماء لتبريد الهواء، فإن الرطوبة المتدنية والمناخ الصحراوي مناسب تماماً لها، فالهواء الجاف يستوعب الرطوبة، وبالتالي يتم تبريده بشكل فعال أكثر، بالمقابل فالمناخ الساحلي عالي الرطوبة يجعل مهمة المكيف أصعب بكثير، حيث تقل فاعليته لتبخير الماء، أي أن المناطق التي تتخطى 50% من الرطوبة غير مناسبة لاستخدام المكيفات الصحراوية.

تخرج المكيفات الصحراوية هواء عالي الرطوبة بسبب اعتمادها على تبخر المياه، فمن الضروري فتح النوافذ قليلاً عند استخدامها، للسماح للرطوبة الزائدة بالخروج، فاستخدامها دون فتح النوافذ قد يسبب بعض الضيق في التنفس، بالإضافة لضرر كبير للمفروشات الخشبية، التي قد تتمدد بسبب امتصاصها للماء من الهواء، ومع الاستخدام المطول يؤدي ذلك إلى تلفها.

يوضح جدول (8) أحجام المكيفات الصحراوية.

أمثلة لسعات حوض المياه بالتكييف الصحراوى:

3لتر، 20لتر، 25لتر، 35لتر، 45لتر، 50لتر، 60لتر، 70لتر



شكل (11) فكرة عمل أجهزة تكييف الهواء الصحراوي

النوع	أحجام المكيفات	
المكيفات الصحراوية الصغيرة	1/6 حصان	124 وات
	1/4 حصان	186 وات
	1/3 حصان	248 وات
	1/2 حصان	373 وات
المكيفات الصحراوية المركزية	3/4 حصان	560 وات
	1 حصان	746 وات
	1.5 حصان	1119 وات
	2 حصان	1492 وات
	3 حصان	2238 وات
	5 حصان	3730 وات
	7.5 حصان	5595 وات
	12 حصان	8952 وات
	15 حصان	11190 وات

جدول (8) أحجام المكيفات الصحراوية

مزايا مكيف صحراوي

- استثمارات أقل، أداء ممتاز

- استهلاك كهرباء أقل

- أداء مستقر وجودة فعالة

- تدفق هواء كبير وإمدادات هواء لمسافات طويلة

- تأثير تبريد رائع

- جودة هواء جيدة: المكيفات الصحراوية لها أداء ثابت في توفير الطاقة وانخفاض درجة الحرارة والقضاء على الغبار والرائحة ويمكنها أيضًا زيادة مستويات الأكسجين لتحسين كفاءة العمل.

- ضبط الرطوبة: يمكن لوحدة مبرد الهواء بالماء ضبط رطوبة مكان العمل.

- سهولة الصيانة: مبردات الهواء تحظى بشعبية كبيرة من حيث كفاءتها وبساطتها وقدرتها على التحمل والصيانة المنخفضة، معظم إجراءات الصيانة يدوية.

يوضح جدول (9) بيانات مكيف صحراوي (185 وات = ¼ حصان).

جدول (9) بيانات مكيف صحراوي (185 وات = ¼ حصان)

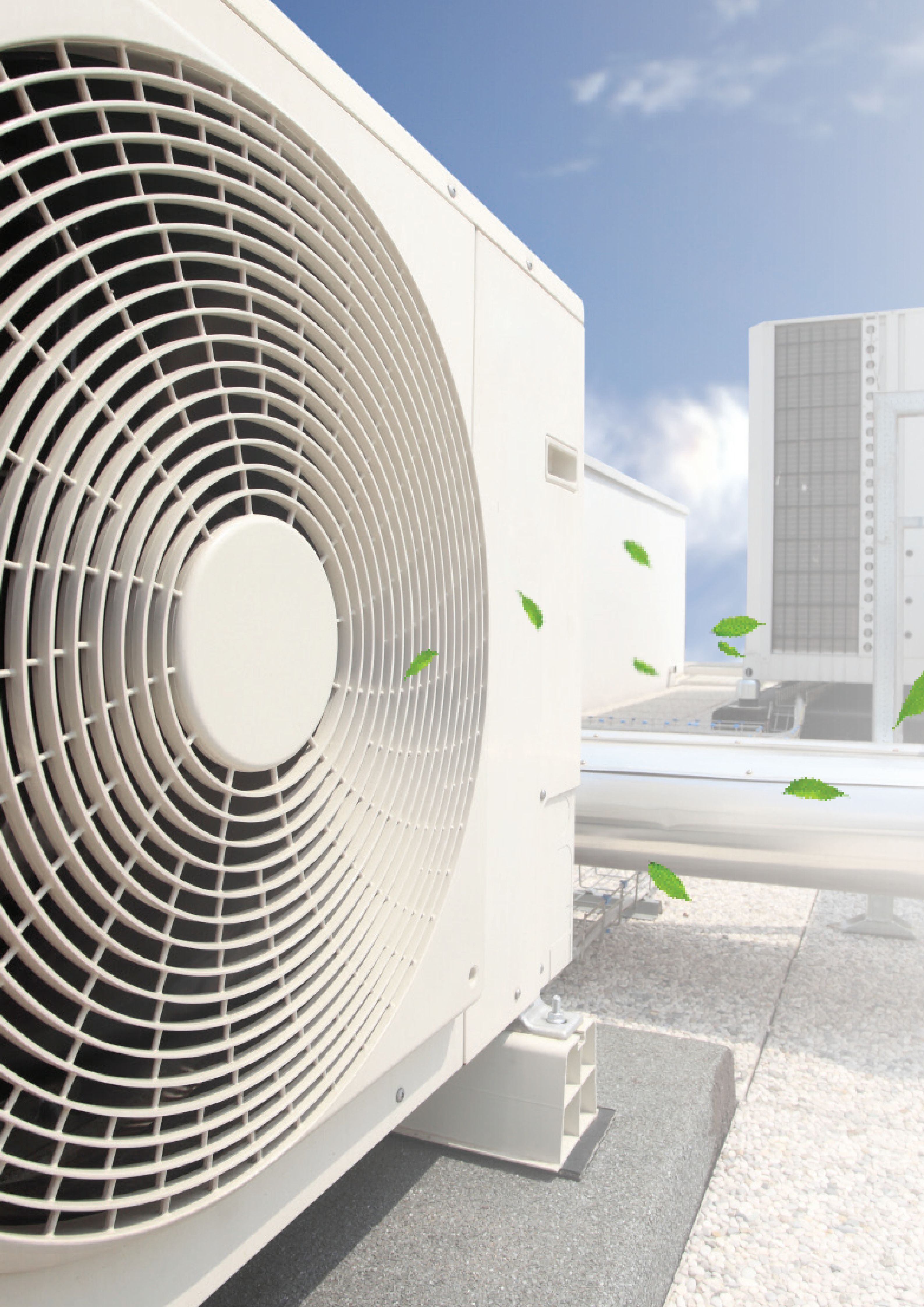
البيانات الفنية	القيم
مساحة التبريد (متر مربع)	30-15
القدرة (وات)	185
الجهد (فولت)	220
نوع المروحة	طرد مركزى
الضوضاء	63 db
المقاس (مم)	700×560×560
حوض المياه (لتر)	30
استهلاك المياه (لتر / الساعة)	10-12
الوزن (كجم)	30



الباب الرابع

أنظمة مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية

Solar Air Conditioner Systems



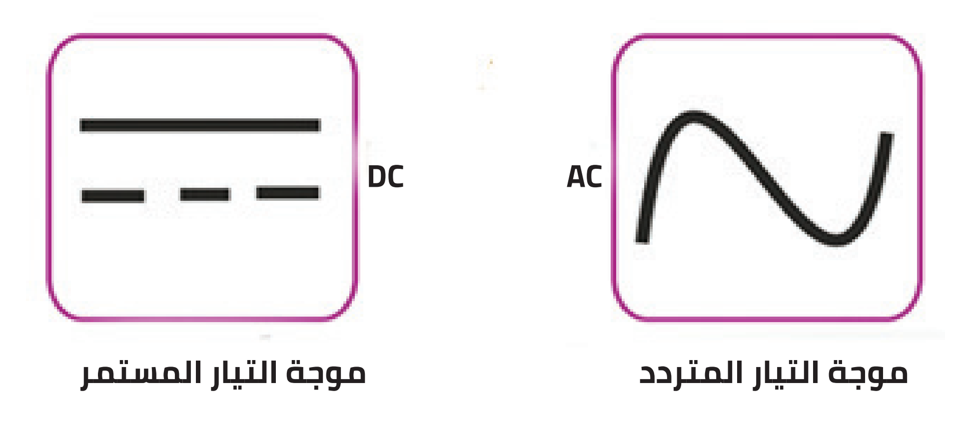
الباب الرابع

أنظمة مكيفات الهواء بالطاقة الشمسية
Solar Air Conditioner Systems

من الملاحظ أن الكثير من الأشخاص حاولت استبدال المكيفات بأنواع أخرى من الأجهزة المخففة من حدة الحرارة مثل المراوح، ولكن وجد أن فى بعض المناطق الحارة قد يؤدي ارتفاع درجة الحرارة فيها إلى تعطل الأجهزة نتيجة تأثير الحرارة على المحركات الموجودة داخل المراوح، ولذلك جاءت فكرة مكيف الطاقة الشمسية، الذى يعتمد فى عمله على تحويل الطاقة الحرارية أو الضوئية الصادرة من الشمس على الألواح الشمسية إلى طاقة كهربية، وبذلك يمكن تشغيل المكيفات دون الحاجة إلى استهلاك طاقة كهربية. لذلك فإن تكييف الهواء بالطاقة الشمسية يشير إلى أي نظام تبريد هوائي يستخدم الطاقة الشمسية.

حيث تعمل تكنولوجيا الخلايا الشمسية الضوئية على طاقة التيار المستمر. فنجد ان الطاقة الخارجة من هذه اللوحات هي قدرة التيار المستمر (DC)، بينما مصدر الكهرباء المورد من شركات توزيع الكهرباء (أى من شبكة الكهرباء العامة) للمنازل، والصناعات، والمكاتب، إلخ، يعمل على التيار المتردد (AC) لذا فإن معظم الأجهزة الكهربائية، وأنظمة الاضاءة، والمراوح، والمكيفات، وكذلك الثلاجات تعمل بالتيار المتردد.كما توجد أنواع من الأجهزة تعمل على التيار المتردد وأخرى تعمل على التيار المستمر مثل مكيفات الهواء واللمبات الليد و يبين شكل (1) موجتى التيار المتردد والتيار المستمر.

ويوضح الجدولان (1) & (2) مميزات وعيوب التيار المستمر (DC) و التيار المتردد (AC).



شكل (1) موجتى التيار المتردد والتيار المستمر

جدول (1) مميزات وعيوب التيار المستمر (DC)

المميزات	العيوب
- تجنب مفقودات تحويل التيار المستمر إلى تيار متردد - لا توجد تكلفة لأي نوع من دوائر العاكس أو تكنولوجيا العاكس - مناسب لتصنيفات الطاقة المنخفضة، مثل أنظمة الاتصالات، وأنظمة الحماية الكاثودية، ومكيفات DC - تعمل الأنظمة القائمة على التيار المستمر فقط على الجهود المنخفضة القياسية مثل 6 فولت، 12 فولت، 24 فولت، 48 فولت	- الأجهزة التي تعمل بالتيار المستمر ليست شائعة بالأسواق. (من الأجهزة المتوفرة والتى تعمل بالتيار المستمر: مصابيح LED، والمراوح الصغيرة) - ارتفاع تكاليف كابلات التيار المستمر - ارتفاع تكاليف صيانة البطاريات

جدول (2) مميزات وعيوب التيار المتردد (AC)

المميزات	العيوب
- أنظمة الطاقة الشمسية (AC) هي أكثر ملاءمة وموثوقية وفعالية من حيث التكلفة - يمكن تغذية أية أجهزة كهربائية تعمل بالتيار المتردد	- ارتفاع التكاليف راجع إلى وجود كابلات، ومفاتيح كهربائية ودوائر الحماية

يتكون نظام مكيف هواء بالطاقة الشمسية من:

- مكيف هواء يعمل بالطاقة الشمسية

- محطة شمسية لتغذية مكيف الهواء

أنواع مكيفات هواء تعمل بالطاقة الشمسية:

- مكيفات هواء شباك
- مكيفات هواء منفصلة
- مكيفات هواء مركزية
- مكيف صحراوي شمسي

مجمعات الطاقة الشمسية (Solar Collectors)

يتم استخدام مجمعات الطاقة الشمسية لجمع الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كهربائية أو حرارية. استنادًا إلى طاقة الإنتاج، ويمكن تصنيف المجمع الذي يتم استخدامه في عملية تكييف الهواء بالطاقة الشمسية إلى فئتين هما:

(1) الخلايا الكهروضوئية الشمسية (solar PV cells)

(2) مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية (solar thermal collectors)

فيما يلى تعريف كل تصنيف

(1) الخلايا الكهروضوئية الشمسية

في الخلايا الكهروضوئية الشمسية (الفولتية الضوئية)، يتم انتاج التيار المستمر (DC) بواسطة الخلايا الكهروضوئية من خلال تحويل الإشعاع الشمسي الحادث. ولانتاج المزيد من التيار، يتم توصيل الخلايا الشمسية (cells) في سلسلة (على التوالى و/أو على التوازى) ومجمعة في هيكل معدنى واقي، والتي تعرف بإسم لوحة أو وحدة الطاقة الشمسية (modules). وفيما يلي نوعان من الخلايا الكهروضوئية الشمسية المتوفرة تجاريًا:

- وحدات السيليكون البلوري (Crystalline silicon) (C-Si) و التى لها مشاركة كبيرة في سوق الطاقة الشمسية الكهروضوئية السنوي العالمي (% 85 – 90) (وكالة الطاقة الدولي (IEA)، 2010). ويتم تصنيعها باستخدام رقائق السيليكون،ثم يتم تحديد جوانب هذه الرقائق بأشكال مختلفة مما يخلق تقاطع P-N اللازم لانتاج الكهرباء. يمكن تقسيم وحدات السيليكون البلورية إلى (أ) بلوري أحادي (mono crystalline)، و (ب) بلوري متعدد (poly crystalline). تتراوح كفاءة وحدة السيليكون التجاري البلوري بين % 13-19 (IEA-ESTAP و 2013، IRENA).

- وحدات الفيلم الرقيقة (Thin films solar PV module).

تصنع عن طريق طلاء طبقة رقيقة من مادة أشباه الموصلات على طبقة أساس (عادة ما تكون زجاجية أو فولاذية). يختلف إنتاج وحدة الفيلم الرقيقة عن وحدات السيليكون البلورية نظرًا لأنها لا تنطوي على نمو أو معالجة وتشريح سبيكة بلورية. كما يمكن تقسيم وحدات الفيلم الرقيقة إلى فئات رئيسية:

(أ) غير متبلور (Amorphous (A-Si)

(ب) الكادميوم تيلورايد (cadmium telluride (CdTe))

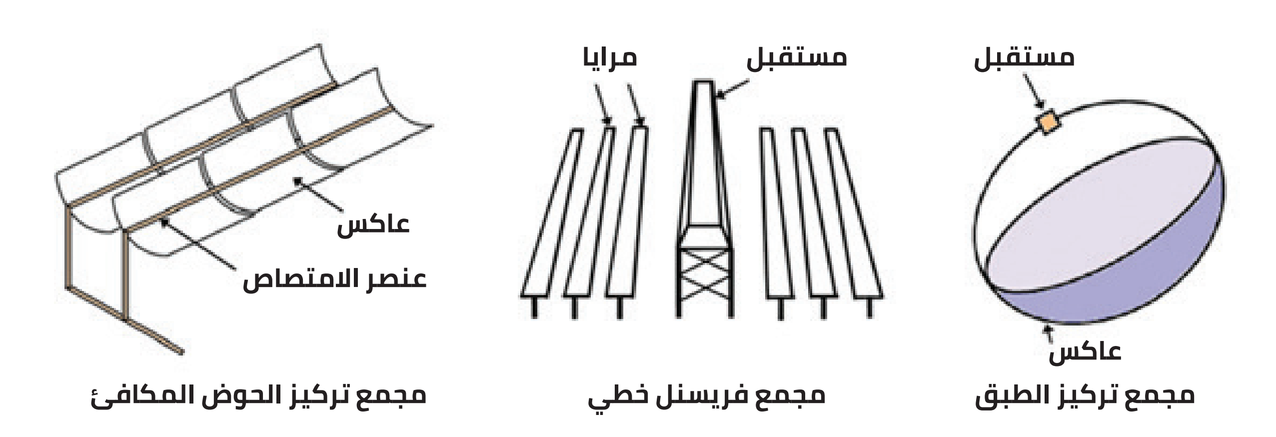
(ج) ديسيلينيد الإنديوم النحاسي (copper indium diselenide (CIS))

(د) ديسيلينيد النحاس الغاليوم (CIGS) (copper indium gallium diselenide) (IEA-ESTAP & IRENA ،2013) .

نسبة مشاركة وحدات الأفلام الرقيقة التجارية حوالي % 10-15 من سوق الطاقة الشمسية الكهروضوئية العالمي، (IEA ،2010)
وتتراوح كفاءتها بين 12 و 6 % (IEA-ESTAP & IRENA ،2013)

(2) مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية (Solar thermal collectors)

تستخدم مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية الإشعاع الشمسي لانتاج مخرجات مفيدة لحرارة منخفضة ومرتفعة.تصنف مجمعات الطاقة الشمسية الحرارية إلى مجمعات غير المركزة والمركزة (non-concentrating & concentrating) في النوع غير المركّز، فإن مساحة عنصرالامتصاص (absorber)، أي مساحة المجمع التي تمتص الحرارة تعادل مساحة المجمع، أي المنطقة التي تعترض الإشعاع الشمسي.
بينما في مجمعات الأنواع المركزة، يكون عنصر الامتصاص أصغر من مساحة المجمع (Norton ،2014). يشمل النوع من المجمعات غير المركزة تجارياً الألواح المسطحة وجامعات الأنابيب المفرغة. يمكن أن تحقق هذه المجمعات درجة حرارة حوالي 100 درجة مئوية. في حالة الحاجة إلى درجة حرارة أكثر من 100 درجة مئوية، يتم استخدام مجمعات الطاقة الشمسية المركزة. في هذه التكنولوجيا تكون المركزات (المرايا) (mirrors) أو العدسات (lenses) مرتبة بطريقة (التركيز الخطي) (linear) أو التركيز النقطي (point focus) لتعظيم وتركيز ضوء الشمس الحادث على طرف استقبال صغير أو عنصر امتصاص (receiver end or absorber) بعد ذلك يقوم عنصرالامتصاص بتجميع ونقل هذه الحرارة من خلال المائع (fluid) تتضمن التصميمات المتاحة تجارياً مجمعات تركيز الحوض المكافئ (parabolic trough) ومجمع تركيز الطبق (dish) وفريسنل خطي (linear Fresnel). ويوضح شكل (2) أنواع مجمعات الطاقة الشمسية المركزة.



شكل (2) أنواع مجمعات الطاقة الشمسية المركزة

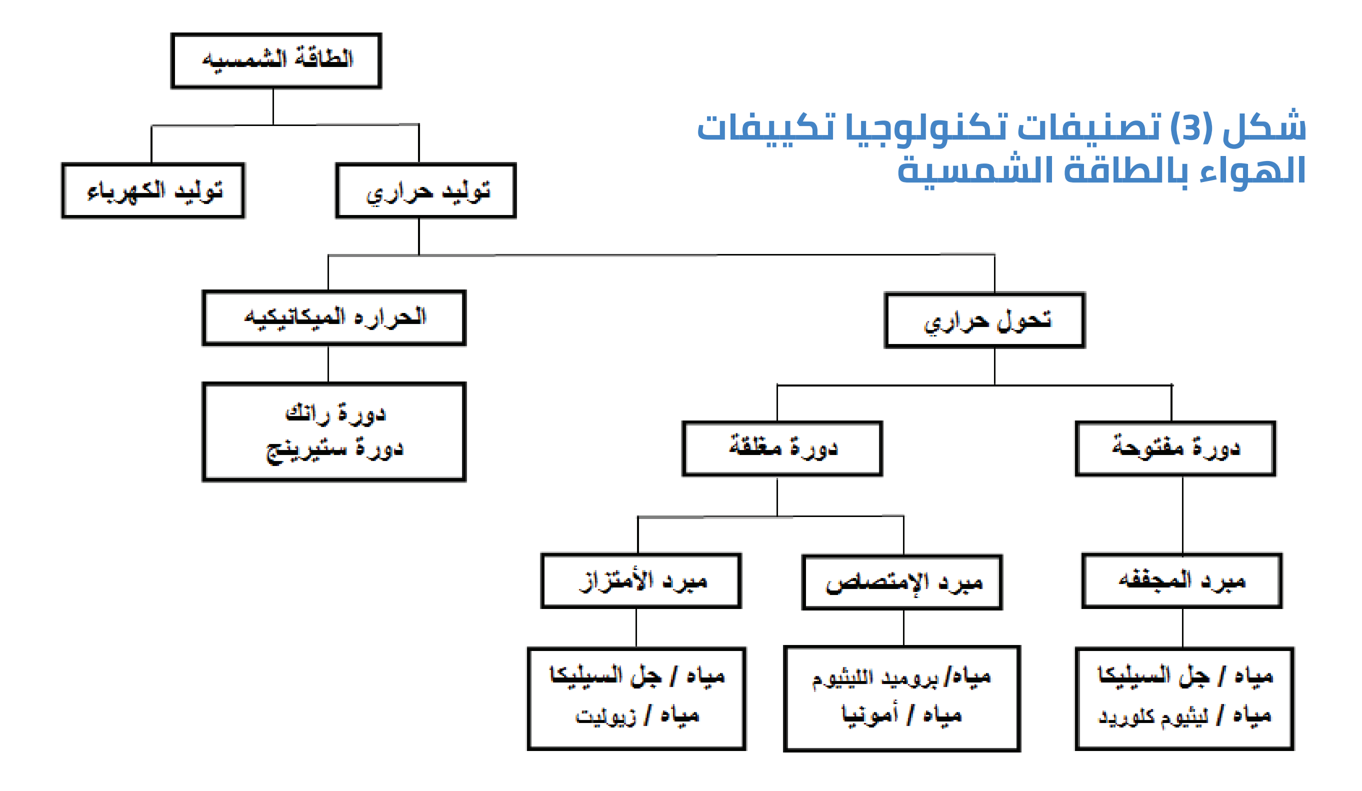
يتم تصنيف وسائل معالجة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية إلى مجموعتين رئيسيتين:

(1) نظام يعمل بالكهرباء (الكهروضوئية) (photovoltaic driven system)

(2) نظام يعمل بالحرارة (thermally driven system)، تصنف الفئة الحرارية إلى:

- نظام ميكانيكي حراري.
- نظام تحول الحراري / الحراري (Mittal، 2005).

يوضح شكل (3) وجدول (3) تعريفات وتصنيفات تكنولوجيا تكييفات الهواء بالطاقة الشمسية.



شكل (3) تصنيفات تكنولوجيا تكييفات الهواء بالطاقة الشمسية

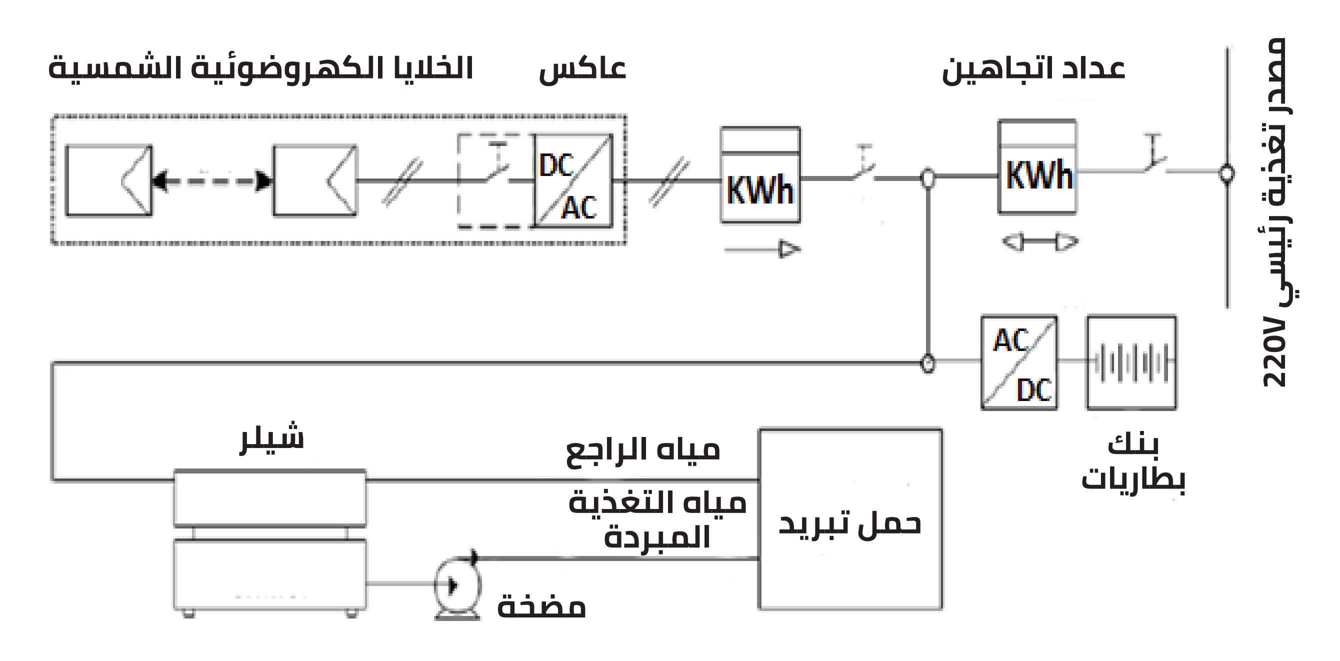
جدول (3) تعريف المصطلحات المذكورة بشكل (3)

المصطلح	التعريف
إمتصاص (absorption)	تغلغل إحدى المواد في مادة أخرى
إمتزاز(adsorption)	عملية يستطيع الجامد (المادة الجامده) بواسطتها أن يلصق سائلا أو غازا بسطحه
جل السيليكا (silica gel)	سيليكا غير متبلورة,تستخدم مجففا وحاملا للمواد الحفازة
زيوليت (zeolites)	سيليكا ألومنيوم وكالسيوم طبيعيه. تستخدم كعامل تبادل أيوني في عمليات تيسير المياه
أمونيا (نشادر) (ammonia)	غاز لا لون له، له رائحة نفاذه، سريع الذوبان في المياه والكحول، يحصل عليه تجاريا من الأزوت الجوي ومن محلول النشادر. ويستخدم في عمليات كثيرة وفي التبريد
بروميد الليثيوم(libr)	مركب كيميائي من الليثيوم والبروم. إن طابعه الرطب للغاية يجعل LiBr مفيدًا كمجفف في بعض أنظمة تكييف الهواء
البروم (Bromide)	مركب من البروم مع عنصر أو مجموعة أخرى، وخاصة الملح
ليثيوم كلوريد (Lithium Chloride)	ملح الليثيوم لحمض الهيدروكلوريك (LiCl)، المستخدم في إنتاج التحليل الكهربائي لمعدن الليثيوم، وكتدفق

أولا: تكييف الهواء بالطاقة الشمسية (الكهروشمسية)

يتكون هذا النظام من مجموعة من الخلايا الكهروضوئية الشمسية، والتي تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. تتكون الخلايا الكهروضوئية من مواد أشباه الموصلات التي تسمح بالتغيير المباشر للطاقة الشمسية إلى تيار مستمر (DC). ثم من خلال عاكس (inverter) يتم تحويل مخرج التيار المستمر من خلايا الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى التيار المتردد لتشغيل المضخة الحرارية أو يمكن استخدامها مباشرة في حالة وجود مضخة حرارية تعمل بالتيار المستمر. لتحقيق الاستقرار والهدوء في التيار المنتج، تستخدم وحدة تحكم بالشحن بالطاقة الشمسية وتتكون من مكثف، وأجهزة الاستشعار .

يوضح شكل (4) مكونات تكييف الهواء بالطاقة الشمسية (الكهروشمسية).



شكل (4) مكونات تكييف الهواء بالطاقة الشمسية (الكهروشمسية)

(Ref. Solem Consulting)

مكيفات هواء شباك شمسي

يعتبر تكييف الشباك من أكثر أجهزة المكيفات انتشاراً وتداولاً و ذلك نظراً لسهولة استخدامه والتعامل معه ويتوفر هذا التكييف بنوعين مختلفين الأول هو الذي يعمل على التبريد فقط باستخدام غاز الفريون أما الثاني يعمل على التبريد والتسخين باستخدام غاز الفريون أيضا و ملفات تسخين هذا التكييف منخفض التكاليف، وسهل الصيانة.

من العيوب الموجودة في هذا التكييف هو أنه يصدر ضجيج عالي نسبيا أثناء عمله والكفاءة محدودة ويعمل على ارتفاع فاتورة الكهرباء بشكل كبير.

إن مكيف الهواء شباك بالطاقة الشمسية المجهز بالألواح الشمسية وبنك البطاريات المناسبين هو وسيلة جيدة للحفاظ على برودة الهواء. لا تهدف وحدات الشبابيك هذه إلى تبريد المنزل بالكامل ولكن القيام بعمل ممتاز في تبريد غرفة واحدة أو حيز محدد. هذه الوحدات تعمل بكفاءة عالية من خلال بنك البطاريات وعاكس مدمج.

يوضح شكل (5) مكيف هواء شباك شمسى، بياناتة الفنية كالآتى:

- سعة التبريد = 9000 – 12000 Btu/h
- قدرة المدخل = 1.5 HP
- التشوش = 36 - 49 dB
- جهد التشغيل = 48 – 72 V DC

يوضح شكل (6) مكيف هواء شباك شمسى، بياناتة الفنية كالآتى:

- سعة التبريد = 16000 Btu/h
- قدرة المدخل = 850 W
- اقصى تيار = 17.5 A
- جهد التشغيل = 48 V DC
- كفاءة الطاقة (EER) = 18.8
- منظم الشحن الشمسى = 45 Amp MPPT



شكل (5) مثال لمكيف هواء شباك شمسى



شكل (6) مثال لمكيف هواء شباك شمسي

مكيفات هواء منفصلة تعمل بالطاقة الشمسية

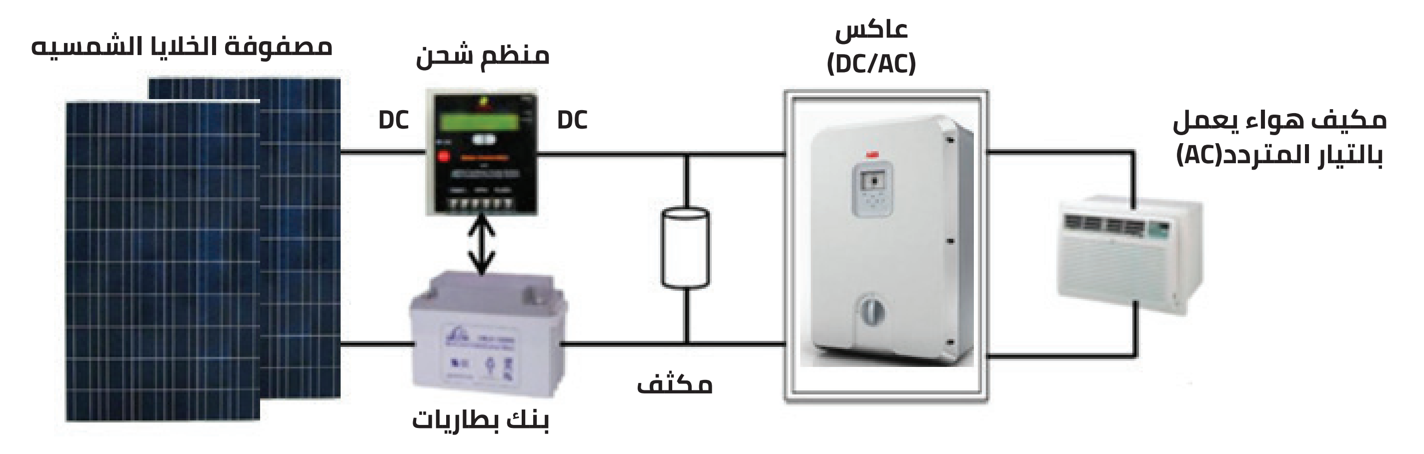
أنواع مكيفات الهواء المنفصلة التي تعمل بالطاقة الشمسية:

1. نظام تكييف الهواء بالتيار المتردد (A.C)
2. نظام تكييف الهواء باستخدام عاكس (Inverter)
3. نظام تكييف الهواء بالتيار المستمر (D.C)

1- نظام تكييف هواء شمسي يعمل بالتيار المتردد (A.C)

هو أكثر الأنواع انتشاراً والأرخص تكلفة ولكن له بعض العيوب. حيث يستخدم فقط التيار المتردد (AC) كمصدر تغذية، ويحتاج إلى تيار بداية عالي جدا يمكن أن يصل إلى من 3 إلى 8 مرات ضعف تيار التشغيل. هذا العيب يمثل مشكلة عند تصميم نظام شمسي لتشغيل هذا النوع. حيث يحتاج لتوصيف العاكس بقدرة أعلى بكثير والتي تؤدي إلى انخفاض الكفاءة، وارتفاع التكاليف فإذا كان النظام بدون بطاريات لتخزين الطاقة، عندئذ يجب توصيف اللوحات الشمسية بقدرة كبيرة حتى توفي طلب الأحمال.

أما إذا انخفضت تكاليف أنظمة الطاقة الشمسية، فيمكن استخدام نظام التكييف بالتيار المتردد وتجهيزه بمصفوفة موديولات شمسية وعاكس ومنظم شاحن وبنك بطاريات. يوضح شكل (7) مكونات مكيف هواء شمسى يعمل بالتيار المتردد (A.C)



شكل (7) مكونات مكيف هواء شمسى يعمل بالتيار المتردد (A.C)

2- نظام تكييف الهواء باستخدام العاكس (أنفرتر)

تكون السرعة ثابتة في وحدات تكييف الهواء التقليدية، أي أن وضع محرك الضاغط إما أن يكون:

- في وضع تشغيل (ON) حتى تصل درجة الحرارة لقيمة الضغط، ثم يتحول إلى:
- وضع الفصل (OFF) حتى ترتفع درجة الحرارة إلى أعلى من مستوى محدد، بينما يبدأ الضاغط مرة ثانية في التشغيل حتى تصل درجة الحرارة لقيمة الضبط.

تتكرر دورة التشغيل مرارا وتكرارا طالما أن مكيف الهواء في حالة تشغيل، وتستهلك دورة الفصل / والتشغيل أعلى طاقة مستهلكة مصحوبة بتقلب عالي في درجة الحرارة.

أما في حالة تكييف الهواء بالإنفرتر، فإن الضاغط متغير السرعة أي ترتفع وتنخفض سرعته للتوافق مع ضبط درجة الحرارة، ويعمل الضاغط باستمرار ولكن غالبا عند السرعات البطيئة للوصول إلي درجة الحرارة المطلوبة، ويتضح أن تشغيل الضاغط عند السرعة المنخفضة يجعله أكثر كفاءة من ضاغط التيار المتردد (AC)، ويؤدي هذا إلى تخفيض عدد مرات تشغيل البداية المطلوب، بالتالي تنخفض الطاقة اللازمة لتشغيل مكيف الهواء، ولأن تكييف الإنفرتر يحافظ على ضبط درجة الحرارة، فإنه يعطي مستوى راحة عالي في الحيز المكيف.

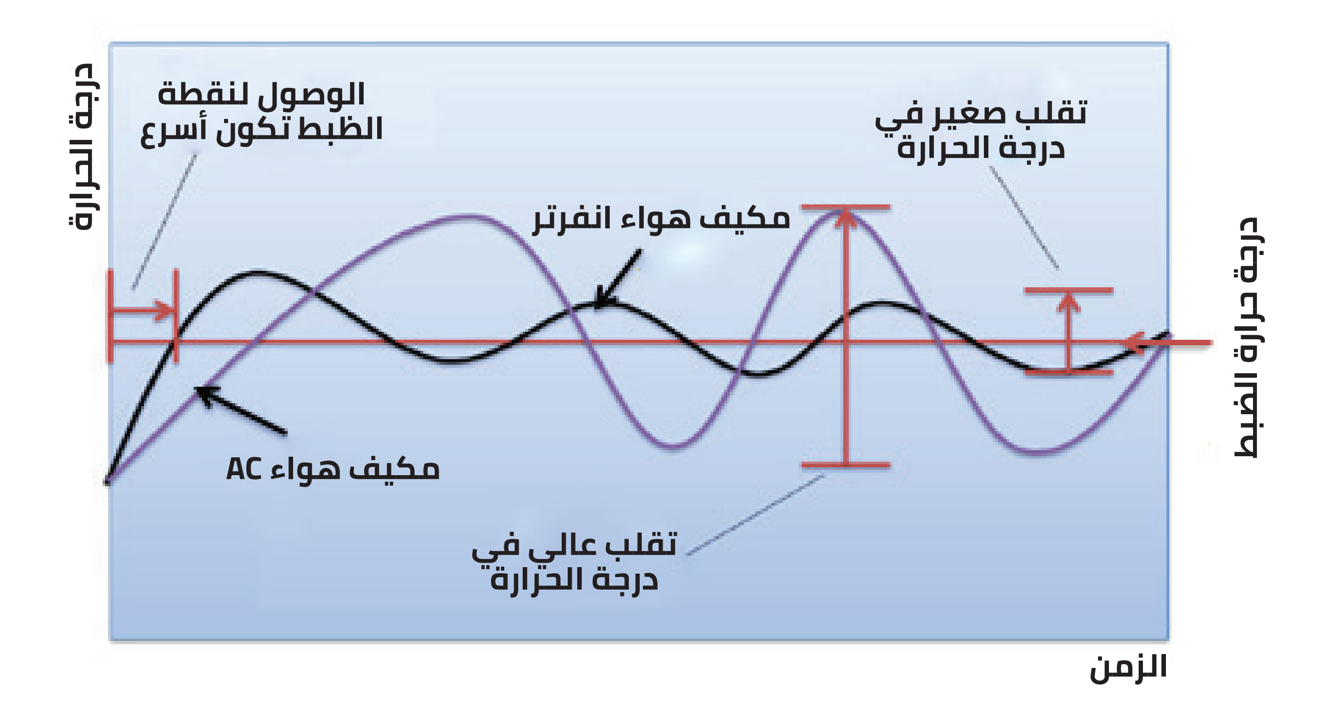
تكييف الإنفرتر يشبه تكييف الهواء بالتيار المستمر (DC)، حيث يحتوي الضاغط على محرك تيار مستمر بدون فرش ومغذى بالتيار المستمر من إنفرتر يحول AC إلى DC بينما يتغذى المحرك مباشرة من الـ DC في تكييف الهواء DC.

تزيد كفاءة تكييف الهواء بالإنفرتر بنسبة بين 11% إلى 38% عن التكييف العادي. من مميزات تكييف الهواء بالإنفرتر:

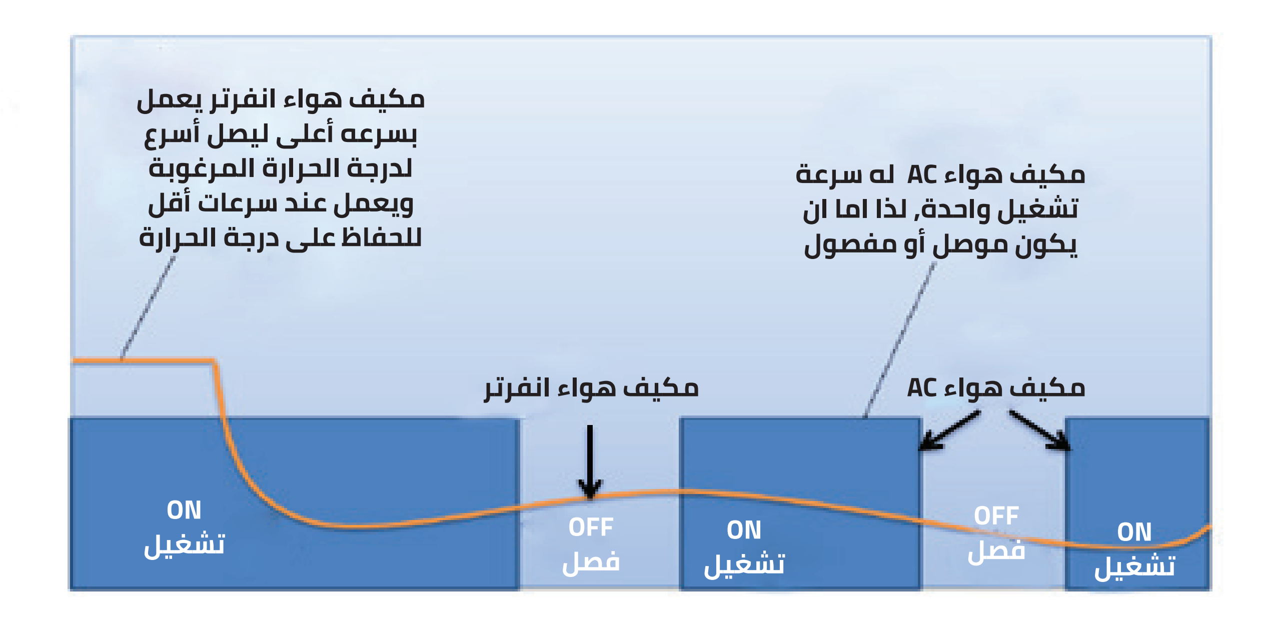
- استخدام بداية متدرجة تعني تيار بداية تشغيل منخفض جداً.
- وفر طاقة مرتفع.
- أكثر هدوءاً.
- عمر التشغيل أطول.

يوضح شكل (8) مقارنة تقلب درجة الحرارة لمكيف هواء AC و مكيف هواء إنفرتر.

بينما يوضح شكل (9) مقارنة قدرة وزمن تشغيل مكيف هواء AC و مكيف هواء إنفرتر.



شكل (8) مقارنة تقلب درجة الحرارة لمكيف هواء AC و مكيف هواء إنفرتر



شكل (9) مقارنة قدرة وزمن تشغيل مكيف هواء AC و مكيف هواء إنفرتر

3- نظام تكييف الهواء بالتيار المستمر (DC)

في هذا النوع تعمل جميع مكونات التكييف (الضاغط - المراوح - الصمامات ..) بالتيار المستمر. ولأن الخلايا (الموديولات) الشمسية تنتج تيار مستمر, فإن التكييف يغذي مباشرة بالتيار المستمر, ولا يحتاج النظام إلى عاكس وبالتالي تنخفض التكاليف وترتفع الكفاءة.

في هذ النظام:

- تكون محركات المراوح المستخدمة من نوع محركات تيار مستمر بدون فرش (Brushless) والتي تمتاز بارتفاع كفاءتها عن المحركات AC, وخاصة عند السرعات المنخفضة, وتمتاز أيضا بأنها متغيرة السرعة, ولها تحكم أفضل عند سريان الهواء.
- ضواغط التيار المستمر أعلى كفاءة من مثيلتها بالتيار المتردد, وباستخدام البداية الناعمة (Soft start), ينخفض تيار البداية جدا مؤديا إلى اختيار عاكس وموديولات شمسية عند مقنن مناسب.

عادة تستخدم أنظمة تكييف الهواء بالتيار المستمر في التطبيقات غير المرتبطة بالشبكة الكهربائية, وفيها يمكن أن تنخفض قدرة الموديولات الشمسية, وتزيد وتكبر بنك البطاريات لضمان عمل النظام خلال الليل أو في الأيام المعتمة (انتاج الخلايا منخفض).تكون تكلفة بطاريات الرصاص الحمضي وكذلك صيانتها عالية وتحتاج إلى تغيير كل 5 إلى 8 سنوات اعتمادا على عدد الدورات والشحن وعمق التفريغ.

يوضح جدول (4) مواصفات مكيف هواء شمسي 1طن.

ويوضح جدول (5) الطاقة المستهلكة لوحدة المكيف 48VDC المعزول عن الشبكة.

جدول (4) مواصفات مكيف هواء شمسي 1 طن

البند	المواصفه
سعة التبريد	12000 Btu/h
	3.5 Kw
سعه التدفئة	13000 Btu/h
	3.8 Kw
قدرة مدخل التبريد	920 w
قدرة مدخل التدفئة	930 w
الضوضاء	داخل 40 db
	خارج 50 db
تغليف الهواء	720 m^3/h
المساحة المناسبة	15 ~ 25 m^2
الكفاءة (EER)	3.8 w/w

http://www.indiastudychannel.com

جدول (5) الطاقة المستهلكة لوحدة المكيف 48VDC المعزول عن الشبكة

السعه	متوسط الإستهلاك
9000 Btu	أقل من100 w/h
12000 Btu	أقل من 110 w/h
18000 Btu	أقل من 140 w/h
24000 Btu	أقل من 240 w/h
30000 Btu	أقل من 320 w/h
36000 Btu	أقل من 340 w/h

4- نظام تكييف هواء مزدوج AC, DC

في هذا النظام يمكن أن يعمل التكيف بالتيار المستمر DC، أو يعمل بمصدر احتياطي AC من الشبكة الكهربائية.

يتضح من جدولى (6) & (7) خصائص بعض أنواع مكيفات هواء شمسية (مزدوجة AC/DC)

جدول (6) خصائص بعض أنواع مكيفات هواء شمسية (مزدوجه AC/DC)

		الوحدة	النوع (1)	النوع (2)	النوع (3)	النوع (4)
مصدر التغذية	AC		(1ph /220-240 v) , (50-60 HZ)			
	DC		50 – 350 V			
التبريد	السعة المقننة	W	2600 (1000-3500)	3500 (1000-4100)	5275 (1200-6000)	7000 (2500-8200)
		Btu /h	9000 (3400-12000)	9000 (3400-14000)	18000 (4100-20400)	24000 (8500-28000)
	قدرة المدخل	W	630 (200-980)	860 (190-1250)	1550 (185-2000)	2050 (450-3300)
التدفئة	السعة المقننة	W	3800 (800-4000)	4300 (1000-4500)	6200 (1200-6800)	7800 (2000-9000)
		Btu /h	13000 (2700-13400)	14600 (3400-15300)	21000 (4100-23000)	26600 (10200-30800)
	قدرة المدخل	W	1030 (160-1300)	1080 (150-1700)	1650 (220-2500)	2350 (390-3500)
نوع التبريد		R410 A				
درجة حرارة التشغيل		C°	16-32			
درجة الحرارة المحيطة (تبريد/ تدفئة)		C°	(16 – 55) / (-20 – 31)			
مساحة التطبيق		m^2	8-15	15-20	20-30	32-42

(Ilde.superrnac.com)

جدول (7) خصائص بعض أنواع مكيفات شمسية مزدوجة (DC , AC)

البند	النوع	النوع (1)	النوع (2)	النوع (3)	النوع (4)
مصدر التغذية		1ph, (220-240 VAC) , 50-60 HZ			
		VDC 380 – 50			
التبريد	سعة التبريد (Btu/h)	9000 (3500-11000)	12000 (3700-14000)	18000 (6200-19500)	24000 (5100-26900)
	قدرة المدخل (w)	590 (100-1200)	865 (110-1500)	1320 (140-1800)	1980 (240-3030)
	التيار المقنن (A)	2.68 (5.45 – 0.45)	3.93 (6.82 – 0.5)	6.0 (8.18 – 6.0)	9.0 (1.0-13.2)
التدفئة	سعة التدفئة (Btu/h)	9500 (3800-11500)	13000 (4000-15000)	19000 (4700-20000)	25000 (5500-30000)
	قدرة المدخل (w)	625 (120-1200)	880 (130-1510)	1465 (200-1900)	2050 (260-3140)
	التيار المقنن (A)	2.84 (5.45 – 0.5)	4.0 (6.86 – 0.59)	6.66 (8.63 – 0.9)	9.32 (13.7 – 1.1)
درجة حرارة التشغيل (°C)		17-30			
درجة الحرارة المحيطة (تبريد/ تدفئة) (°C)		(-15-34) / (52-18)			
المساحة (m^2)		18 – 12	16-23	24-35	32-47

(Www. Suntchenergy.com)

مقارنة بين قدرة مكيف الهواء الشمسي ومكيفات الهواء العادي (AC) طبقا لسعة تبريد مختلفة.

يوضح جدول (8) القدرة المستهلكة لبعض أمثلة من مكيفات هوائية

جدول (8) القدرة المستهلكة لبعض أمثلة من مكيفات هوائية

سعه التبريد النوع	1.5 ton (18000 Btu/h)	2 ton (24000 Btu/h)
مكيف عادي1 (AC)	2960 w	4128 w
مكيف عادي2 (AC)	2880 w	3840 w
مكيف إنفرتر (AC)	1920 w	3520 w
مكيف شمسي	800 w	1760 w

(/www.solarway.co.in/solar-air-conditioners)

محطات شمسية كهروضوئية لتغذية مكيفات الهواء

تتكون المحطة الشمسية من المكونات الأساسية الآتية:

- خلايا شمسية (موديولات فوتوفلتية) وحوامل تثبيت.
- عاكس.
- بنك بطاريات.
- متحكم شحن.

يوضح شكل (10) مكونات المحطة الشمسية، يتم تحديد المكونات تبعاً لنوع تكييف الهواء الشمسي، فمثلا لمكيف هواء يعمل بالتيار المستمر فقط، عندئذ لا يحتاج الى العاكس، بينما يحتاج إلى عاكس عندما يعمل المكيف بالتيار المتردد.



شكل (10) مكونات المحطة الشمسية

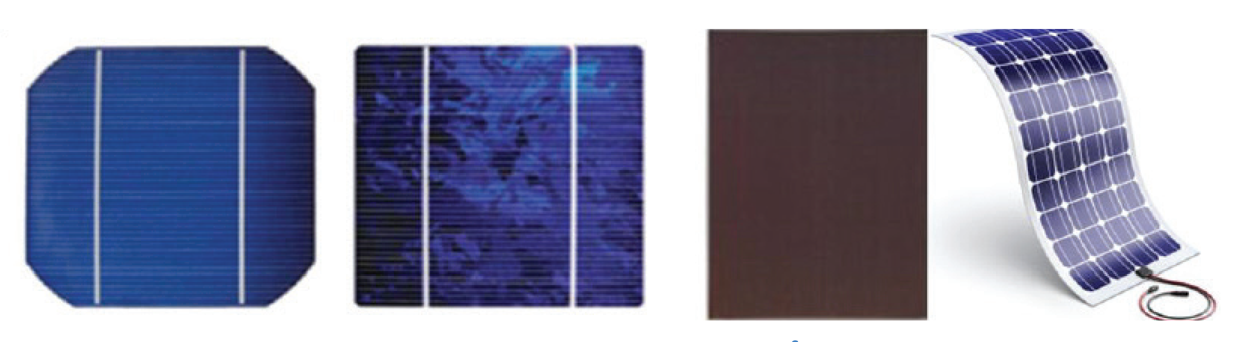
الألواح الشمسية (الموديولات)

مجموعة من الخلايا الكهروضوئية (cells) المتصلة كهربائياً والمركبة على هيكل معدنى معالج لتشكل لوحة شمسية. تقوم هذه الخلايا بتحويل ضوء الشمس (الطاقة الشمسية) إلى طاقة كهربائية باستخدام التأثير الكهروضوئي، وتتصل عدد من الخلايا الكهروضوئية معاً باستخدام مواد فلزية، وموصولة بإطارٍ يدعمها مكونة موديول (module)، مما ينتج طاقة أكبر من الطاقة المُنتجة من خليةٍ واحدة، وكل خلية كهروضوئية مكوّنة بشكلٍ أساسي من مادة السيليكون المُعالَج حيث يتم تصنيعه بشكل يسمح بنقل الكهرباء خلاله. يكون السيليكون المستخدم فى إنتاج الخلايا الشمسية أحد هذه الأنواع:

- سيليكون غير متبللور (بنى اللون).
- سيليكون أحادى البللور (أزرق داكن أو أسود أو رمادى صلب).
- سيليكون متعدد البللورات (أزرق اللون).

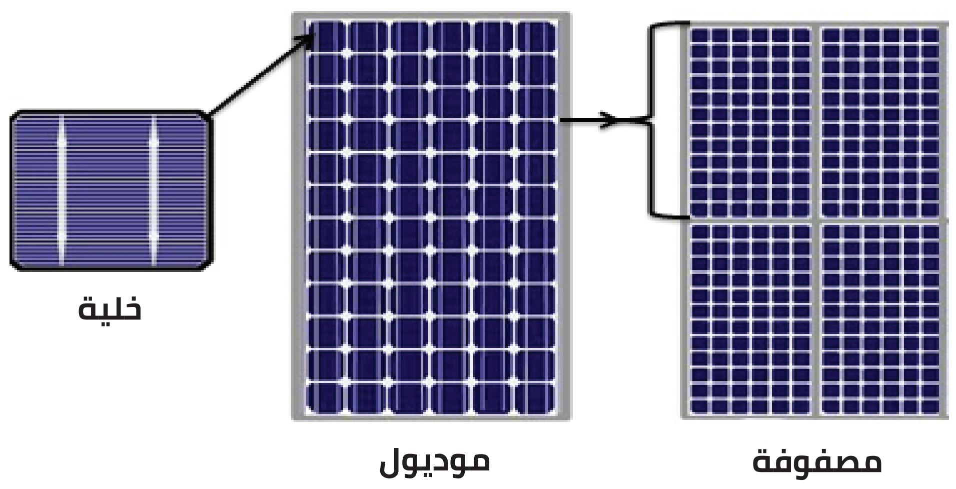
عموما تتكون الخلايا الشمسية الشائعة من السيليكون المتبلور تثبت بين الزجاج أو شرائح الإكريلك التى تكون شفافة أو غير شفافة سواء من الأمام فقط أو من الأمام و الخلف. يوضح شكل (11) أنواع الخلايا الشمسية السيليكونية.

ويتم الدمج والجمع بين أعداد مختلفة من الموديولات الشمسية بغرض الوصول لمقدار أكبر من الكهرباء المنتجة، ثم يشكل من المديولات مصفوفة شمسية(array). وهذه الطريقة تجعل الكهرباء عن طريق الخلايا الشمسية المعتمدة على الطاقة الشمسية المتجددة خيار متاح وقابل للبقاء لفترات طويلة لتزويد أجهزة تكيف الهواء بالطاقة الكهربية، ويتم وصل المصفوفة بباقي نظام توليد الطاقة الشمسية. يوضح شكل (12) مراحل تكون المصفوفة، يوضح جدول (9) المتغيرات الكهربائية للموديول، ويوضح جدول (10) المتغيرات الكهربائية لبعض الموديولات، ويبين شكل (13) لوحة بيان موديول موضحا عليها المتغيرات الكهربائية.



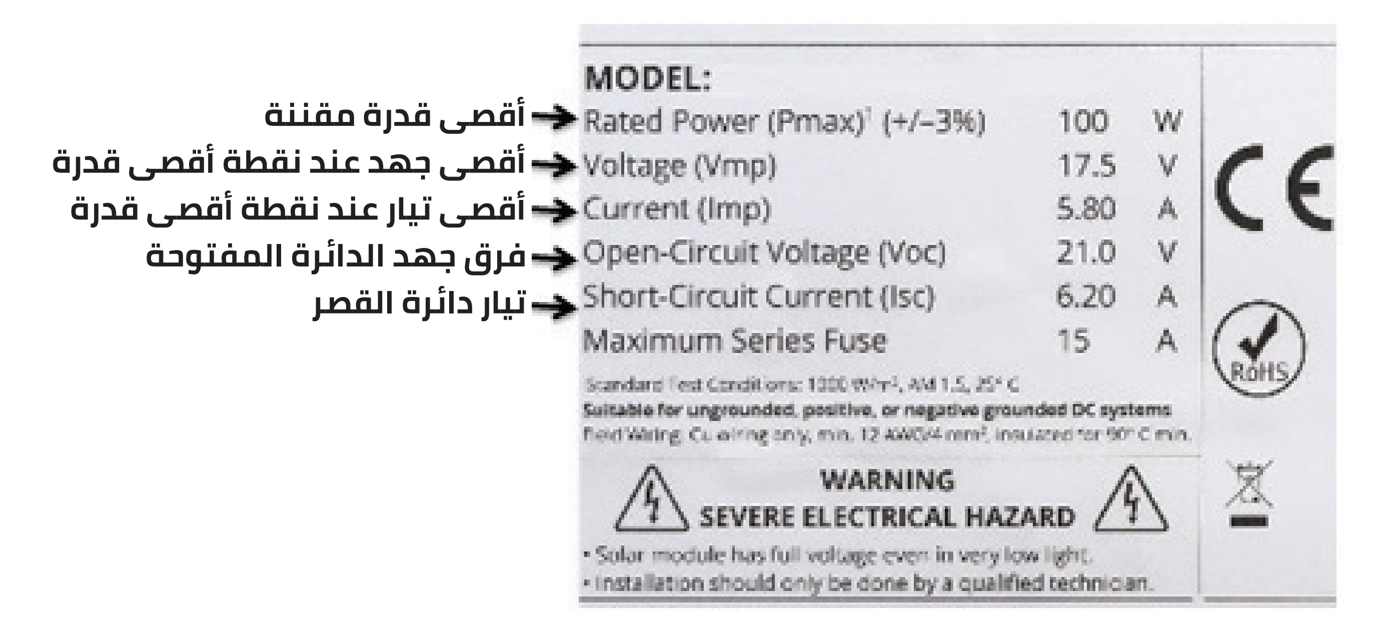
شكل (11) أنواع الخلايا الشمسية السيليكونية

شكل (12) مراحل تكوين المصفوفة



جدول (9) المتغيرات الكهربائية للموديول

المتغيرات	التعريف
أقصى قدرة مقننة للخلية الشمسية (للمديول) (Wp)	القدرة الكهربائية المنتجة من الموديول وتقاس بوحدة "وات" عند شروط الإختبار القياسي (STC) (Standard Test Conditions) ويقابلها أقصى جهد (Vmp) وأقصى تيار (Imp) عند نقطة أقصى قدرة
تيار الدائرة المغلقة (تيار دائرة القصر) - (Short current)	التيار المار فى الخلية الشمسية إلى دائرة خارجية بدون حمل (أو بدون مقاومة)، هو أقصى تيار تستطيع خلية شمسية انتاجة من الاشعاع الشمسى (غالبا يتناسب مع الاشعاع الشمسي)
فرق جهد الدائرة المفتوحة - (Open voltage)	الفولت الذى تعطية الخلية الشمسية عندما لا يمر تيار فى الدائرة، وهو أقصى فولت تعطية خلية شمسية (يزيد بسرعة مع بداية الاشعاع الشمسي)
كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية	النسبة المئوية للقدرة المحولة من الضوء الممتص، عندما تكون الخلية الشمسية متصلة بدائرة كهربائية



شكل (13) لوحة بيان موديول موضحا عليها المتغيرات الكهربائية

جدول (10) المتغيرات الكهربائية لبعض الموديولات

Power(w)	Vm(V)	Pm(W)	Im(A)	Isc(A)	Voc(V)	Weight(kg)	Size(mm)
100 W	18V	100	5.479	5.99	22.75		
110 W	18V	110	6.32	6.89	21.75	8.8	**35x660x1172**
120 W	18V	120	6.98	7.60	21.50		
130 W	18V	130	7.47	8.14	21.75	12	**35x680x1470**
150 W	18V	150	8.24	8.89	22.75		
170 W	36V	170	4.97	5.42	44.00		
180 W	36V	180	5.08	5.54	44.25	17	**35x990x1480**
200 W	36V	200	5.59	6.09	44.75		
200 W	30V	250	6.85	7.47	36.50	19	**40x990x1650**
240 W	30V	260	8.05	8.78	37.25		
240 W	36V	300	6.82	7.43	44.00	24	**50x990x1970**
300 W	36V	310	8.29	9.03	45.25		

بنك البطاريات

يتم استخدام بطاريات داخل النظام لتخزين الكهرباء عند شحنها، ومن الشرط الأساسي لهذه البطاريات أن تكون قابلة لإعادة الشحن، حيث تُخزِّن الطاقة في النهار، ليتم الاستفادة منها مساءً، ثم يتم إعادة شحنها أي تستخدم كتخزين احتياطي للطاقة الشمسية المنتجة من الألواح الشمسية والتي يجب أن تتصف بأنها ذات دورة عميقة، ويوضح جدول (11) خصائص بطاريات الطاقة الشمسية.

وظائف بطارية الطاقة الشمسية:

- تخزين الطاقة الكهربية المنتجة من الموديولات أثناء سطوع الشمس في ساعات النهار.
- استخدام هذه الطاقة الكهربية المخزنة لتغذية الأحمال أثناء فترة غياب الشمس بالمساء.

هذا النظام يستخدم في معظم النظم الشمسية المستقلة عن الشبكة.

جدول (11) خصائص بطاريات الطاقة الشمسية

الخاصية	التعريف
الجهد الكهربائي	هو فرق الجهد الكهربى (أو القوة الكهربائية الدافعة). أي الفرق في قيمة الطاقة الكهربائية بين قطبي البطارية. أو هو القوة الدافعة للإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب بوحدة الفولت.
جهد الشحن	هو أقل قيمة جهد كهربى يلزم لشحن البطارية. (مثلا بطارية ذات جهد 12 فولت تحتاج جهد شحن يتراوح بين 13.2 و 14.4 فولت حتى يتم شحنها بطريقة جيدة).

قدرة البطارية	هي من أهم خصائص البطاريات. و تمثل كمية الطاقة التي يمكن تخزينها في البطارية. لذلك يطلق عليها سعة البطارية. وحدة القياس أمبير ساعة (Ah)، أي هى حاصل ضرب التيار المستخدم (بالأمبير) في الوقت اللازم لتفريغ البطارية (بالساعة). يراعى أن درجة الحرارة تؤثر على قدرة البطارية. فالقدرة تكون أفضل في فصل الصيف عن فصل الشتاء. و ذلك لأن التفاعلات الكيميائية عادة تكون أسرع عند ارتفاع درجة الحرارة.يمكن أن نعرف قدرة البطارية بأنها قدرتها على نقل قيمة محددة من (التيار في خلال ساعة).
معدل التفريغ **(DISCHARGE RATE)** **أو معدل C** **(C RATE)**	يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن للبطارية أن تنقله. مثلا لبطارية قدرتها 50AH وبفرض أن معدل التفريغ لهذه البطارية هو 1C في هذه الحالة يكون التيار الأقصى الذي يمكن أن تنقله البطارية هو 50A أي أن الجهاز المستقبل (المتصل مع البطارية) لا يستطيع أن يستهلك أكثر من 50A أما إذا كان معدل التفريغ لهذه البطارية هو 2C فإن أقصى تيار يمكن لهذه البطارية هو 100A أي أننا نضرب القدرة في عدد معدل التفريغ. و إذا زاد استهلاك التيار نقصت مدة تفريغ البطارية.

معدل الشحن **(CHARGE RATE)** **او معدل C للشحن** **(MAX CHARGE C RATE)**	يمثل الحد الأقصى للتيار الذي يمكن أن تشحن به البطارية. مثلا إذا كان معدل الشحن الأقصى لبطارية قدرتها 50 AH هو 1Cهذا يعني انه لا يمكن شحنها بأكثر من 50 A وعندئذ ستكون مدة الشحن ساعة واحدة. من المعلوم أن الشحن البطيء بتيار ذو قيمة منخفضة يساعد على الابقاء على عمر البطارية بالإضافة إلى تحسين كفاءة الشحن. و أن معدل الشحن الجيد لأغلب البطاريات هو C/0.1أو C/10 . أي أصغر من قدرة البطارية بعشر مرات، في المثال المذكور فإن التيار الجيد للشحن هو 5A هذا المعدل وصل إلى C/500 في بعض البطاريات الحديثة.
أقصى عمق تفريغ الشحن **(DOD)** **(DEPTH OF DISCHARGE)**	يمثل النسبة المئوية من سعة أو قدرة البطارية التي يمكن استعمالها بدون ضرر البطارية.

أنواع بطاريات الطاقة الشمسية:

- بطارية الرصاص المغمورة (FLA – Flooded Lead Acid).
- بطارية غير مغمورة (VRLA – Valve Regulated Lead Acid).
- بطاريات النيكل والكادميوم (NI-CD) و بطاريات النيكل و هيدريد المعادن (NI-MH).
- بطاريات الليثيوم (LI-ION).

منظم الشحن (أو متحكم الشحن) (solar charge controller)

هو جهاز إلكتروني يقوم بتنظيم:

- مخرج الجهد الكهربائي (DC) الصادر من الخلايا الشمسية قبل تغذيتة إلي البطاريات.
- الجهد الخارج من البطارية إلى الحمل الكهربائي.

وذلك :

- للمحافظة على البطاريات.
- التأكد من شحن البطاريات واستخدامها بصورة مثلى.

متغيرات منظمات الشحن:

1) أقصى تيار (أمبير) داخل وتيار الشحن الخارج

2) أقصى جهد (فولت) يتحمله المنظم

- النوع PWM (Pulse-width modulation) يتحمل ضعف جهد البطارية.
- النوع MPPT (Maximum Power Point Tracking) يفضل ألا تقل عن 150 فولت إذا كان المنظم يدعم أنظمة الجهد (12، 24، 36، 48) فولت خاصة الـ 48 فولت.

3) قابلية البرمجة والتعديل

قابلية برمجة الجهد وتعديلة بناء على تعليمات مصنعى البطاريات لمتطلبات الشحن (كتلة امتصاص – تعويم).

4) التوصيل على التوالي

إمكانية ربط أكثر من منظم شحن على التوالى مع البطاريات لزيادة قدرة الشحن في المنظومة.

العاكس (Inverter)

جهاز وظيفته تحويل التيار الكهربائى المستمر (DC) المورد من الألواح (المديولات) الشمسية أو من البطاريات إلي تيار متردد (AC) (110 /220/380 Volt) لتشغيل الأجهزة الكهربائية أو ربط نظام الطاقة الشمسية بشبكة الكهرباء العامة. وهو عنصر ضروري في كل أنواع الأنظمة الشمسية لأن أغلب الأجهزة الكهربائية تعمل بالتيار المتردد. و التيار الذي تنتجه الألواح الشمسية هو تيار مستمر. يمتاز العاكس بخاصية تحسس أو تتبع أحسن نقطة (أو نقط) للقدرة الكهربائية (MPPT) وبكفاءة عالية نظراً لإستقرار الجهد (الفولت) وتوافق سقوط الإشعاع الشمسي مع المساحة المتاحة والقليلة بطبيعة الحال وضمن زاوية ثابتة. يوضح جدول (12) خصائص العاكسات.

جدول (12) خصائص العاكسات

خاصية العاكس	التعريف
ذروة القدرة الكهربائية **(Peak power)** **او اندفاع التيار (Surge)**	تعبر عن القدرة القصوى التي يمكن للعاكس تحملها في وقت محدد يتراوح عادة بين عدة ثوان وحتى 15 دقيقة. مثلا عند تشغيل جهاز كهربى له تيار بداية (اندفاع) عالى (مثل المحركات) عندئذ يجب أن يتصف العاكس بقمة تيار اندفاع (Surge) مساوية أو أكبر من القدرة التي يحتاجها الجهاز عند بداية تشغيلة . وكذلك يجب أن تكون مدة قمة القدرة للعاكس أطول من مدة القدرة القصوى للجهاز عند بداية تشغيلة. ثم بعد البداية، أي وقت الاستعمال العادي للجهاز، سيعمل العاكس عند خاصية أخرى
القدرة الكهربائية النموذجية **(Typical power)**	تمثل متوسط القدرة الكهربائية أثناء الاستعمال العادي والمستمر للأجهزة المستهلكة للكهرباء (التيار المتردد). (أى التيار بعد حالة تشغيل البداية)
القدرة الكهربائية المتوسطة **(Average power)**	هي متوسط قدرة العاكس مقارنة بالوقت الذي يستعمل فيه. أي أن هذه القيمة لها علاقة بالوقت الذي تعمل فيه الأجهزة المستهلكة. كلما زادت مدة الاستعمال زادت القدرة الكهربائية المتوسطة اللازمة. إلا أن هذه الخاصية لا تستعمل من أجل اختيار الانفرتر المناسب.
أقصى جهد مستمر	هو أقصى جهد مدخل مستمر والذي يتحمله العاكس. - في حالة نظام الطاقة الشمسية المتصل بالشبكة العامة يجب ألا يتجاوز جهد الدائرة المفتوحة الإجمالي قيمة أقصى جهد مستمر للعاكس . - أما في حالة النظام المستقل فلا يجب أن يتجاوز الجهد الكلى للبطاريات هذه القيمة.

خطوات حساب مكونات المحطة الشمسية اللازمة لجهاز تكييف:

البيانات المتاحة : قدرة مدخل المكيف (وات) & جهد تشغيل المكيف

1. الإستهلاك اليومي للحمل (جهاز التكييف)= قدرة مدخل جهاز التكييف (وات) × عدد ساعات التشغيل / اليوم = ... ك.و.س

الإستهلاك السنوي لجهاز التكييف = الإستهلاك اليومي للحمل (ك.و.س) × عدد أيام السنه التى يعمل فيها الجهاز

= ....ك.و.س/ السنه

2. قدرة مصفوفة الخلايا الشمسية = $\frac{\text{الاستهلاك السنوي لجهاز التكييف (ك.و.س)}}{\text{معامل الانتاج}}$

= ....وات

3. إختيار نوع الخلايا الشمسية ، وتحديد المتغيرات الآتية :

- قدرة الموديول (وات)
- تيار دائرة القصر (أمبير)
- جهد الدائرة المفتوحة (فولت)

4. عدد الموديولات اللازمة = $\frac{\text{قدرة مصفوفه الخلايا الشمسيه(وات)}}{\text{قدرة الموديول المختار(وات)}}$

5. توصل الموديولات توالي و/ أو توازي لتحقيق قيمة جهد (فولت) لا تقل عن جهد تشغيل المكيف . وتحديد إجمالي تيار دائرة القصر (أمبير)

6. بنك البطاريات

السعة = $\frac{\text{الاستهلاك اليومي لجهاز التكييف(ك.و.س) x عدد ايام الحفظ}}{\text{الجهد الاسمي(فولت) x كفاءة البطارية x أقصى عمق تفريغ}}$

= ....أمبير.ساعة

يتم إختيار البطاريات المناسبة من حيث:

- سعه البطارية، جهد البطارية

عدد البطاريات = سعة بنك البطاريات / سعة البطارية

7 - قدرة منظم الشحن = تيار قصر الدائرة للمصفوفة × عامل أمان (125 %)

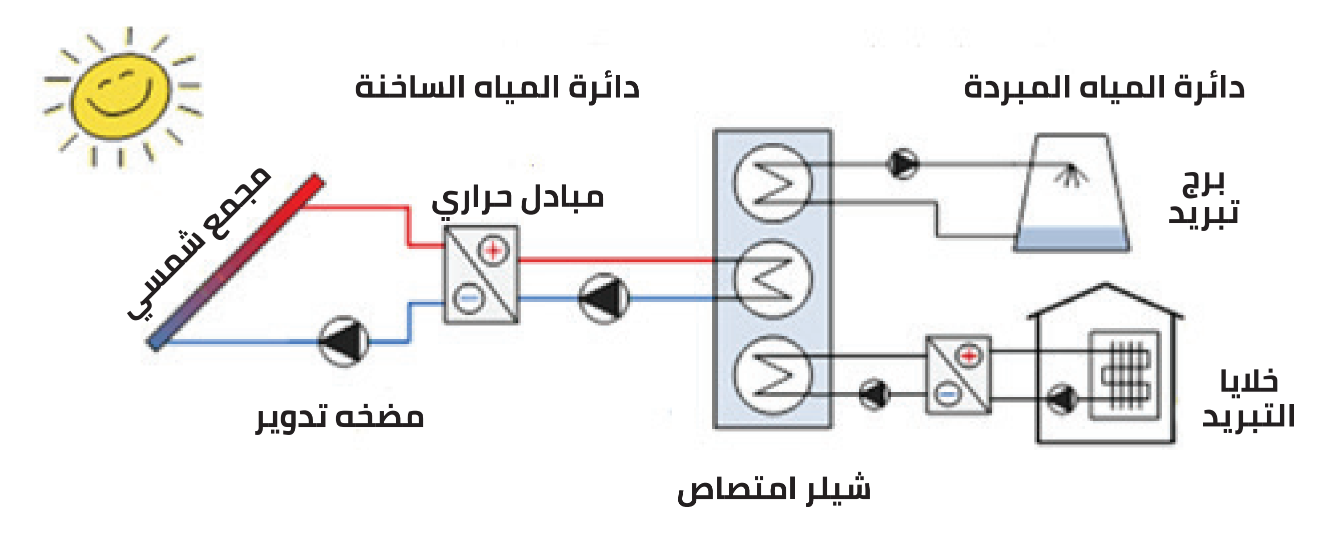
8 - قدرة العاكس = قدرة مدخل المكيف × عامل أمان

(فى حالة جهاز تكييف له تيار بداية عالى، عندئذ يؤخذ فى الاعتبار مناسبة وتوافق تيار (أو قدرة) الدفع للعاكس مع أقصى قدرة بداية لجهاز التكييف) .

(يعرف معامل الانتاج بأنه كمية الطاقة المنتجة (ك و س) لكل وات من المحطة الشمسية، أى ك و س / وات).

ثانيا : تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارى
(Thermal Driven Solar Air Conditioning)

في أنظمة تكييف الهواء بالطاقة الشمسية التي يتم تشغيلها حرارياً، يتم استخدام الحرارة الشمسية لإنتاج مخرجات التبريد بدلاً من الكهرباء الشمسية. ثم يتم استخدام الطاقة الشمسية التي تجمعت من خلال المجمعات (collector) لدفع "محرك الحرارة" (heat engine) أو "مبرد" (chiller)، والذى بدوره ينتج التأثير بالتبريد.
يبين شكل (14) نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارى.



شكل (14) نظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارى

استناداً إلى طريقة استخدام الطاقة تصنف أنظمة تكييف الهواء الحرارية الشمسية إلى: (أ) تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارية الميكانيكية (ب) تكييف الطاقة الشمسية بالتحول الحراري، فيما يلى تعريف كل نظام.

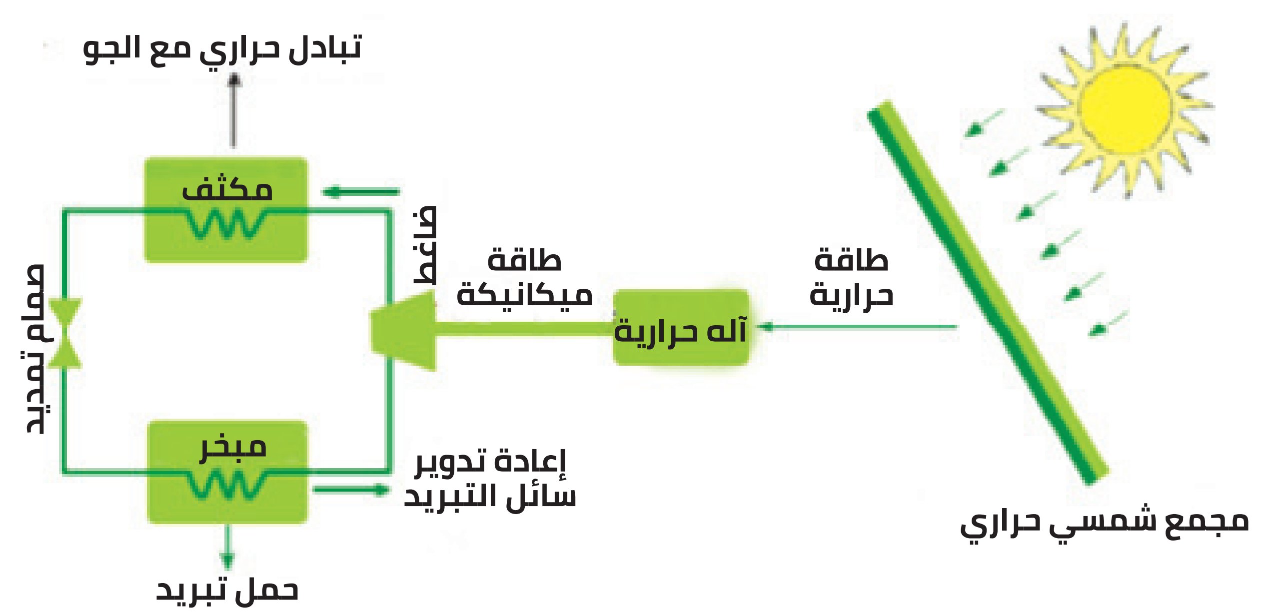
أ) تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارية الميكانيكية

(Solar Thermo-Mechanical Air Conditioning)

في هذه الحالة، يتم إنتاج الطاقة الميكانيكية اللازمة لتشغيل الضاغط بواسطة دورة طاقة حرارية تعمل بالطاقة الشمسية. يتم تبخير مائع التشغيل (الحالة السائلة) عند ضغط مرتفع في غلاية دورة رانكين بواسطة الطاقة الشمسية المجمعة (انظر الشكل15). يتم بعد ذلك نقل بخار الضغط العالي الناتج عن طريق التوربينات أو مكبس تمديد (piston expander)، مما يؤدي إلى تمدد البخار وانخفاض في ضغط ودرجة حرارة البخار ، محدثا العمل الميكانيكي. يتم استخدام العمل الميكانيكي الناتج من التوربينات لتشغيل الضاغط في دورة ضغط البخار. يتم إخراج مائع تشغيل المكثف من التوربينات ويتم ضخه مرة أخرى إلى الغلاية حيث يتم تهويته مرة أخرى وتتكرر الدورة بأكملها.

تزداد كفاءة / COP لنظام تكييف الهواء بالطاقة الشمسية القائم على دورة (Rankin) مع ارتفاع درجة حرارة مائع التشغيل المستخدم في مكبس تمديد. على الرغم من أن مائع التشغيل الذي يستخدم مجمع الصفائح المسطحة يمكن أن يولد درجات حرارة تتراوح بين 80 درجة مئوية و 120 درجة مئوية، إلا أن نظام التبريد COP يتراوح بين 0.2 و 1.50.

يوضح شكل (15) مكونات تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارية الميكانيكية.



شكل (15) مكونات تكييف الهواء بالطاقة الشمسية الحرارية الميكانيكية

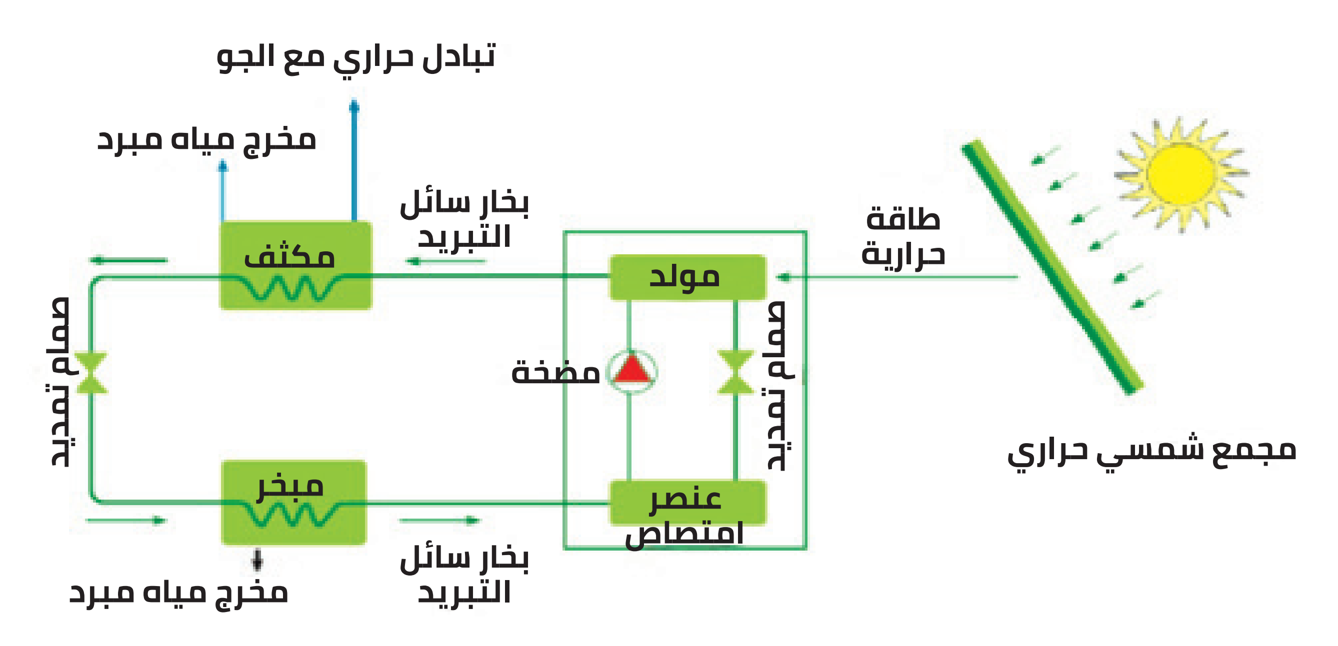
(ب) تكييف الطاقة الشمسية الحرارية / تحويل الحرارة

Solar Thermal/Heat Transformation Air Conditioning

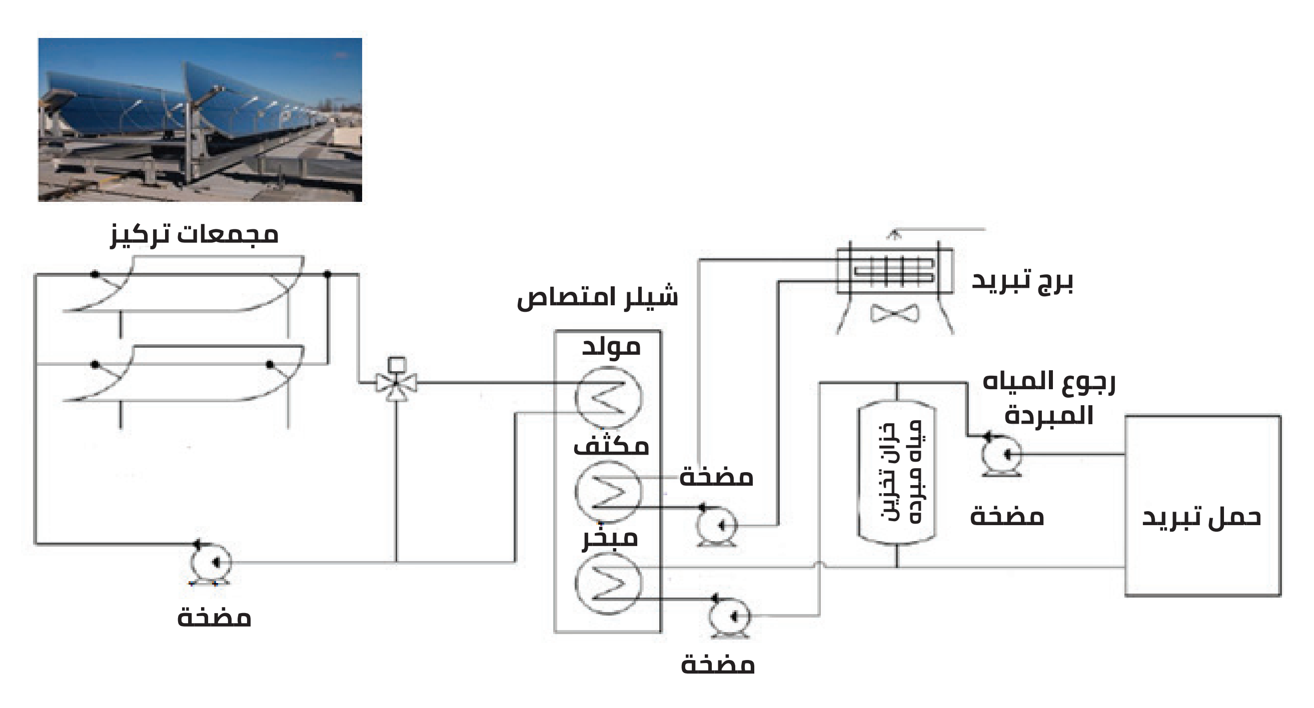
في هذا النظام يتم إنتاج تأثير التبريد باستخدام تمدد مادة التبريد (refrigerant) في مبردات الحلقة المغلقة عند الضغط العالي. ويتم تحقيق هذا التمدد في التبريد من خلال استخدام الحرارة الشمسية. تتعرض مادة التبريد بعد ذلك إلى درجة حرارة محيطة عند ضغط منخفض وبالتالي يتسبب في إعادة تبخر مادة التبريد وامتصاص الحرارة لاحقا. وتؤدي ظاهرة امتصاص الحرارة هذه عن طريق تكثيف مادة التبريد إلى تأثير التبريد (انظر الشكل 16). ثم يتم إعادة تدوير مادة التبريد المكثفة مرة أخرى في الحلقة وبالتالي إكمال الدورة وإعادة تشغيلها.

يوضح شكلى (16) & (17) مكونات تكييف الطاقة الشمسية الحرارية/تحويل الحرارة.

ويبين شكل (18) مثال لمكونات تكييف الطاقة الشمسية الحرارية.

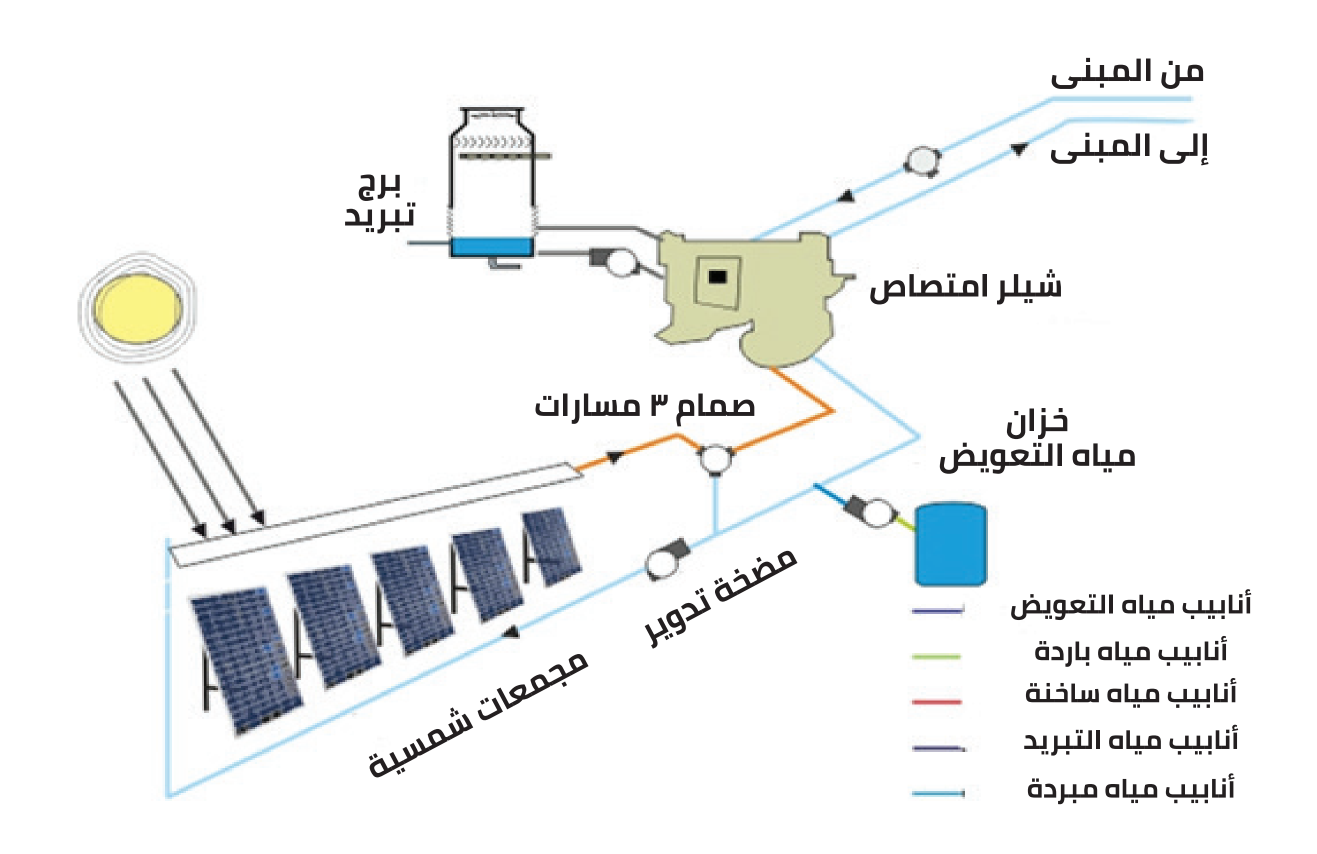


شكل (16) مكونات تكييف الطاقة الشمسية الحرارية / تحويل الحرارة



شكل (17) تمثيل مكونات تكييف الطاقة الشمسية الحرارية / تحويل الحرارة

(Ref. Solem Consulting)

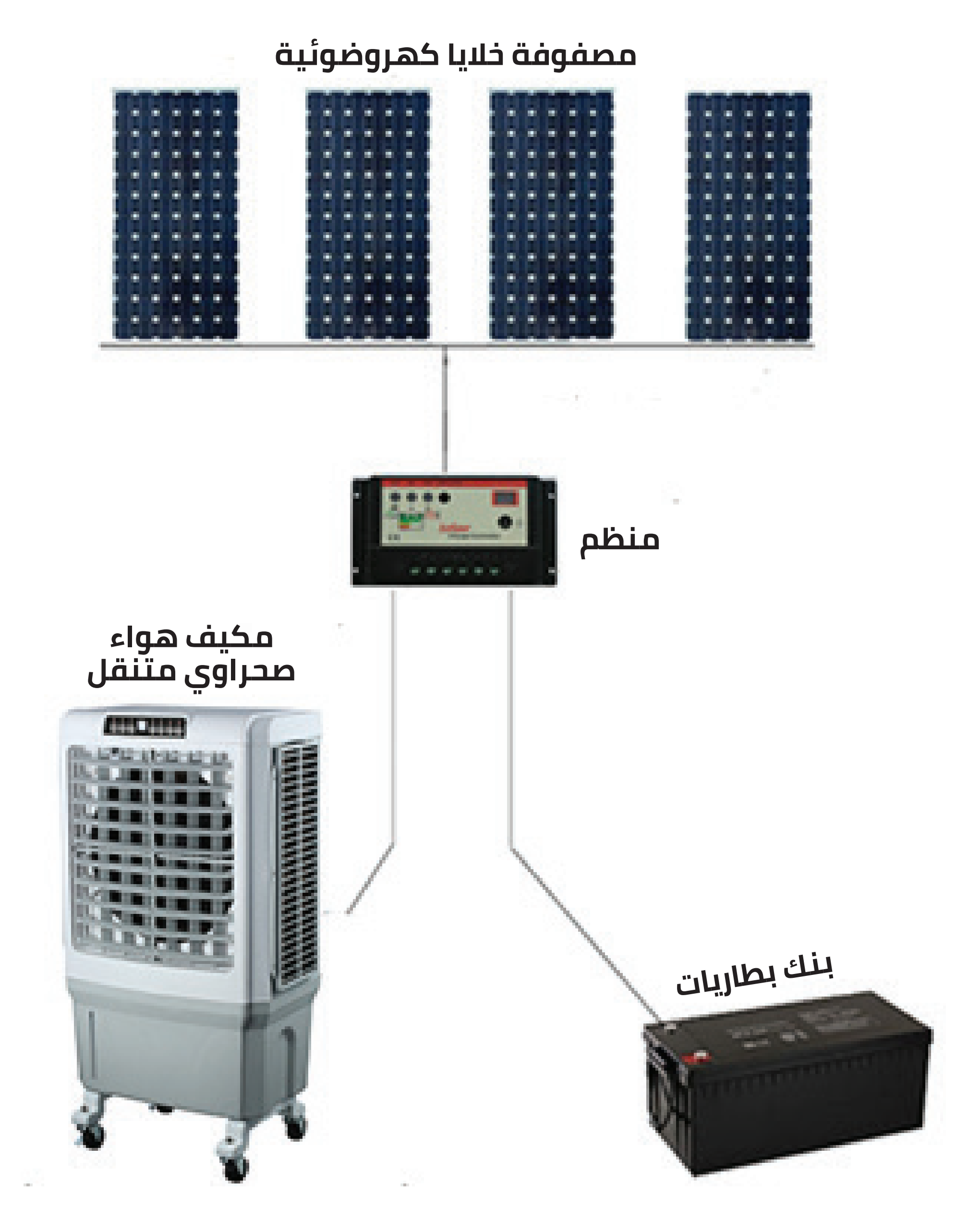


شكل (18) مثال لمكونات تكييف الطاقة الشمسية الحرارية

يوجد حاليًا نظامين للتبريد ذو الحلقة المغلقة، وهما مبردات الامتصاص (absorption chillers) ومبردات الإمتزاز (adsorption chillers). وعادة ما تستخدم معدات امتصاص البخار أو المبردات في التكييف الشمسي حيث يتم توفير الطاقة باستخدام الحرارة المتولدة من الألواح الشمسية لتجديد المادة الماصة في المبرد. كذلك يوجد نوع آخر من المبردات المتاحة هو المبردات المجففة (desiccant). المبردات المجففة عبارة عن مبردات من النوع المفتوح يتم فيها تجفيف مجرى الهواء النقي لأول مرة باستخدام نظام المجفف ثم يتم تبريد مجرى الهواء المجفف في درجات حرارة مريحة مطلوبة. في هذا النوع من الدورة المفتوحة، تكون الحرارة الشمسية مطلوبة لإزالة الرطوبة في مجرى الهواء.

ثالثا : تكييف الهواء الصحراوى بالطاقة الشمسية
Desert solar air conditioning

يوضح شكل (19) وجدول (13) مثال لمكونات وخصائص تكييف طاقة شمسية صحراوى متنقل والذى يمكن بسهولة تحريكه إلى أي غرفة. كذلك يمكن حزم الجهاز بسهولة، حيث تم تصميمه ليتم نقله بسهولة.



شكل (19) مثال لمكونات تكييف طاقة شمسية صحراوى متنقل

جدول (13) خصائص تكييف طاقة شمسية صحراوى متنقل

الخاصية	القيمة
تدفق الهواء (m³/h)	5000
مسافة تحرك الهواء(m)	10
الجهد	12V/24V
الطاقة	100 W
نوع المروحة	مروحة محورية ذات 4 شفرات بلاستيكية
سرعة المروحة	3
نوع التحكم	لوحة إلكترونية أو ميكانيكية ووحدة تحكم عن بعد
الضوضاء (db)	≤62
مقاس مخرج الهواء (mm)	500*300
حجم المكيف (mm)	570*350*1010
خزان المياه (L)	45
منطقة قابلة للاستخدام (m^2)	35-50


خلايا شمسية
مكيف
هواء
شمسي



الباب الخامس

تطبيقات

Applications



CLOCK
ON/OFF
TOO WARM

الباب الخامس

تطبيقات
Applications

أنظمة تكييف هواء شمسي بالتيار المستمر و/أو التيار المتردد (AC&DC).

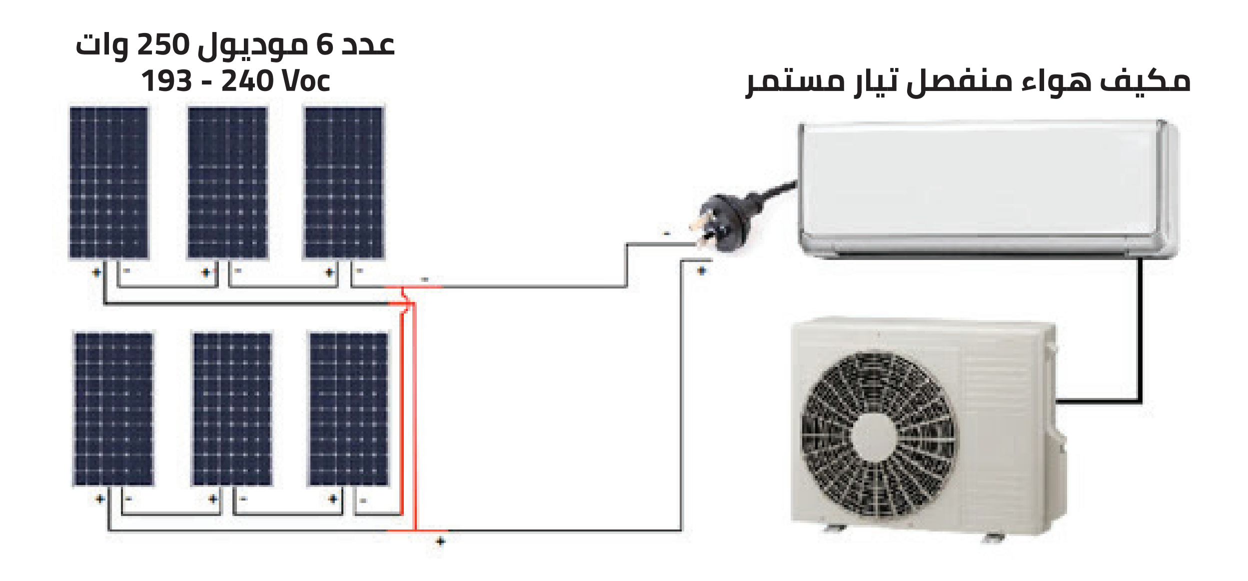
الطاقة الشمسية الكهروضوئية هي مصدر الطاقة التي تنتج الكهرباء من مصادر متجددة، والتى يتم الحصول عليها مباشرة من الإشعاع الشمسي بواسطة أشباه الموصلات. يستخدم هذا النوع من الطاقة بشكل أساسي لإنتاج الكهرباء على نطاق واسع من خلال شبكات توزيع الكهرباء، و يسمح بتغذية عدد لا يحصى من التطبيقات والأجهزة المستقلة، ويمتاز بأنه لا يصدر أي نوع من التلوث أثناء التشغيل، مما يساهم في تجنب انبعاث غازات الدفيئة.

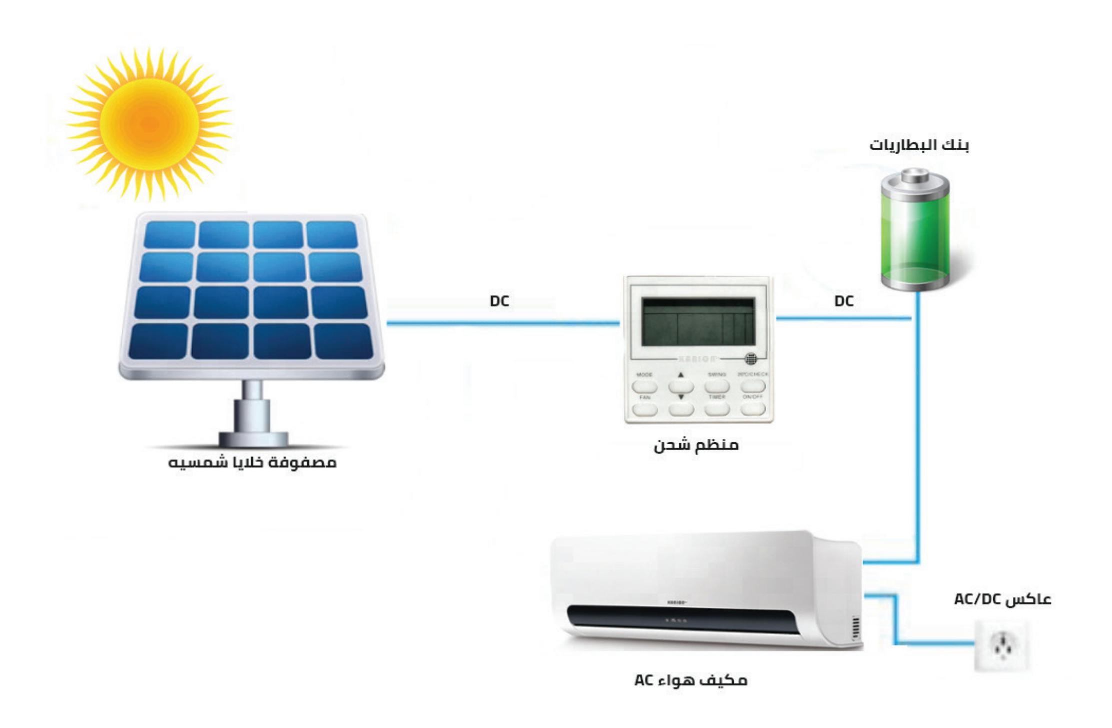
تطبيقات الطاقة الشمسية عديدة ومتنوعة وأكبر من أن تحصيها ولكن فى هذا الفصل سيتم عرض التطبيقات فى أنظمة تكييف الهواء.

يوضح شكل (1) تمثيل مكيف هواء شمسي (DC) يتغذى مباشرة من خلايا شمسية.

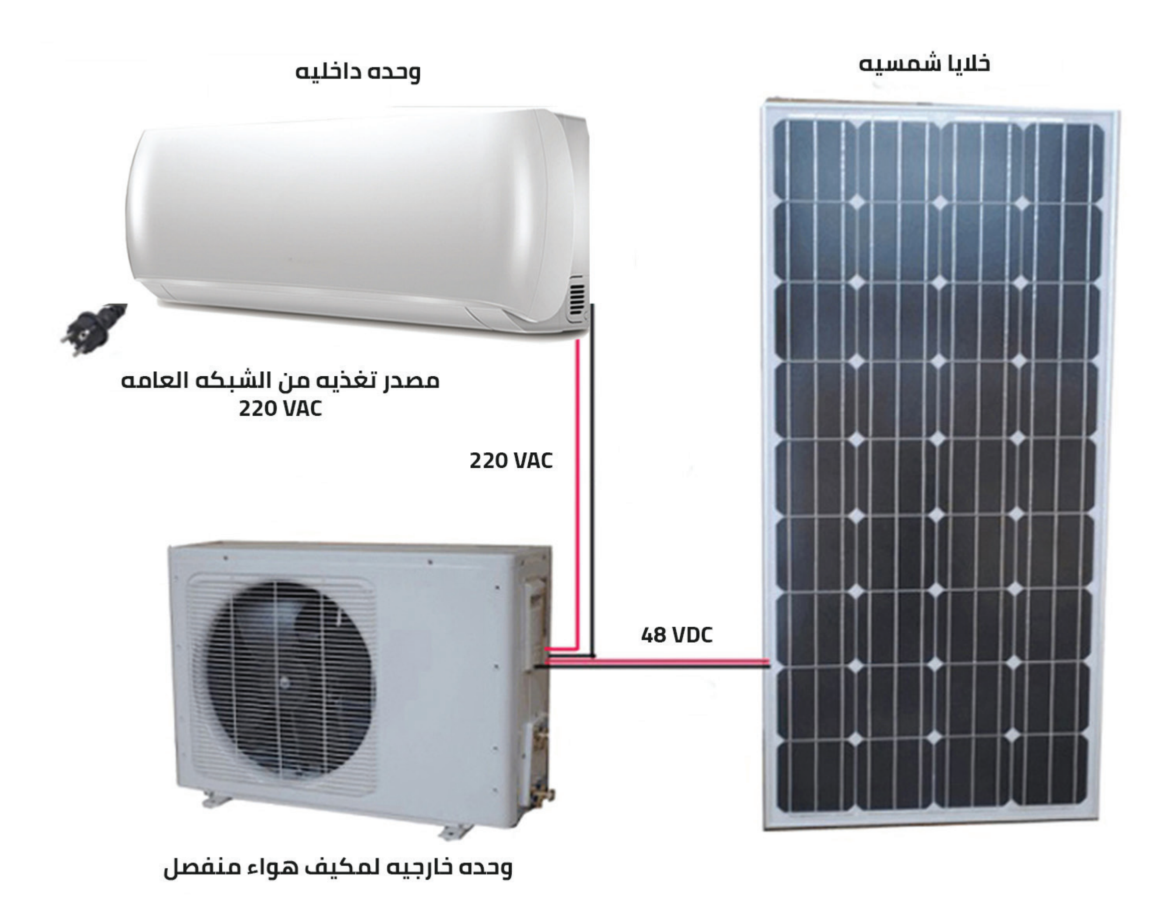
ويوضح شكل (2) مكيف هواء شمسي (AC) يتغذى من محطة شمسية، يوضح شكلى (3)&(4) أمثلة لمكيف هواء شمسي (DC&AC) يتغذى من خلايا شمسية أو مصدر تغذية من الشبكة الكهربائية العامة.

شكل (1) مكيف هواء شمسي (DC) يتغذى مباشرة من خلايا شمسية

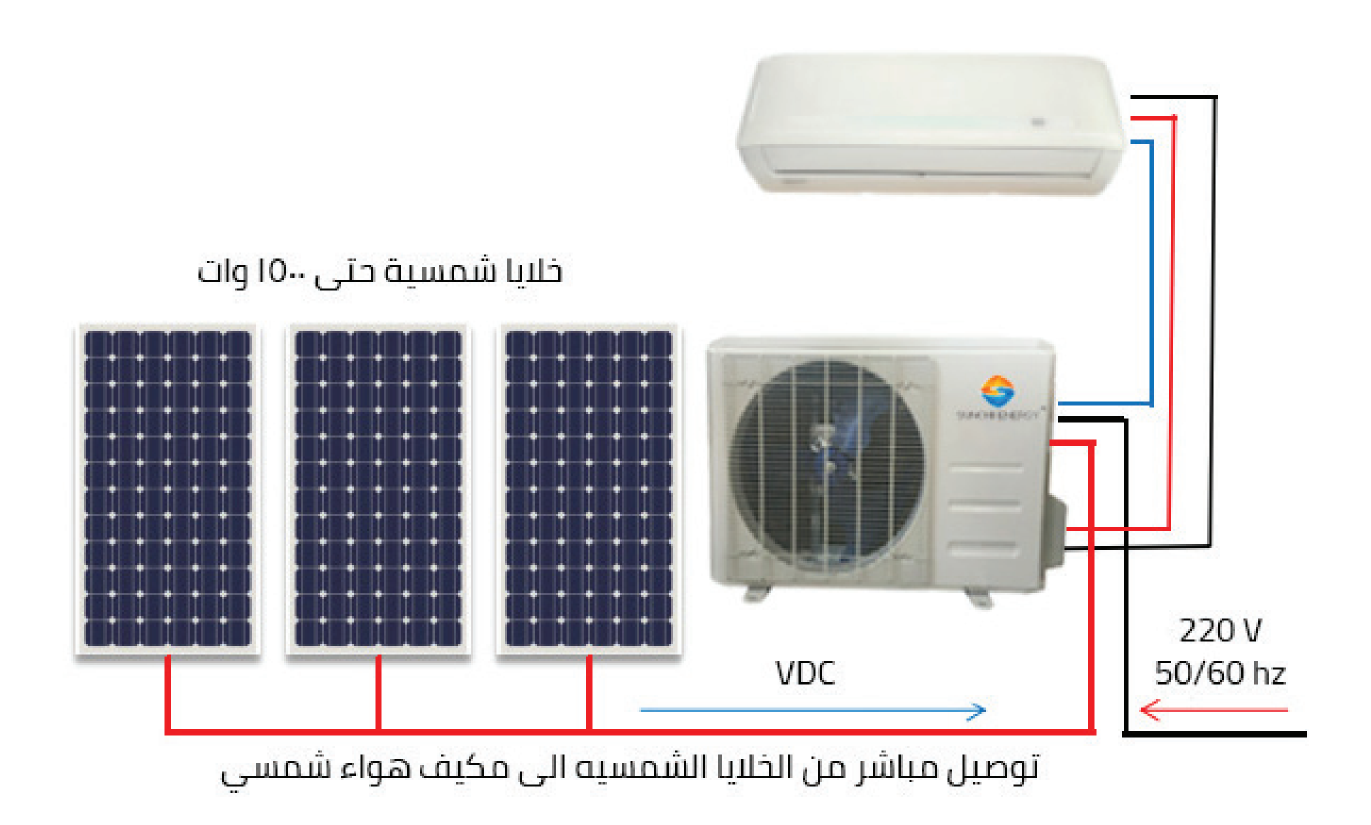




شكل (2) مكيف هواء شمسي (AC) يتغذى من محطة شمسية



شكل (3) مكيف هواء شمسى (AC & DC) يتغذى من خلايا شمسية أو مصدر تغذية من الشبكة الكهربائية العامة



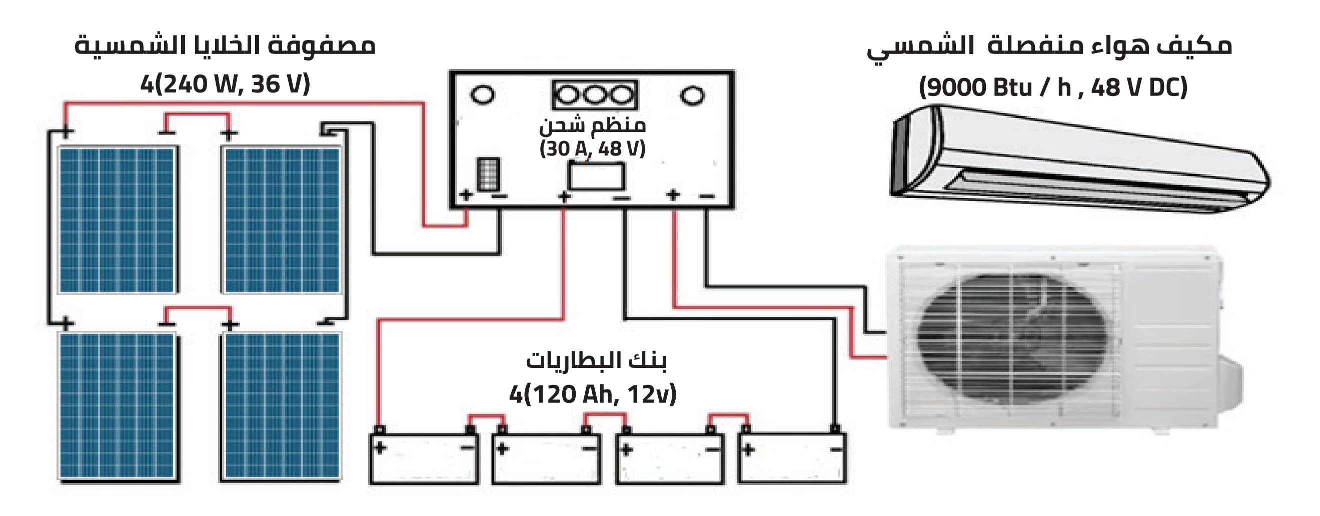
شكل (4) مكيف هواء شمسي (AC & DC) يتغذى من خلايا شمسية أو مصدر تغذية من الشبكة الكهربائية العامة

يوضح جدول (1) خصائص بعض أنواع مكيفات هواء شمسي (معزول عن الشبكة الكهربائية) (DC48V) (21 ساعه تشغيل / اليوم) وبيان المحطات الشمسية لها، بينما يبين شكل (5) مكيف هواء شمسي (DC) يتغذى من محطة شمسية (نموذج من جدول 1)

جدول (1) خصائص بعض أنواع مكيفات هواء شمسي (معزول عن الشبكة الكهربائية (DC 48V) (12ساعة تشغيل / اليوم) وبيان المحطات الشمسية لها

البند		الوحدة	النوع 1	النوع 2	النوع 3	النوع 4
السعة	التبريد	Btu/h	9000	12000	18000	24000
قدرة المدخل	التبريد	W	475	635	888	1310
التيار المقنن	التبريد	A	9.89	13.54	18.5	27.29
الكفاءة(EER)	التبريد	W/W	5.35	5.28	5.18	4.98
السعة	التدفئة	Btu/h	9500	13000	19000	25000
قدرة المدخل	التدفئة	W	462	620	885	1285
التيار المقنن	التدفئة	A	963	12.92	18.43	26.78
أقصى إستهلاك مدخل		W	1050	1200	1500	1800
أقصى تيار		A	21.87	25.0	31.25	37.5
تيار البداية		A	1.5	2.0	3.0	3.5
نوع سائل التبريد (حجم الشحن)		G	R410a (950)	R410a (1050)	R410a (1350)	R410a (1550)
درجة حرارة التشغيل		°C	16° C ~ 31° C			
درجة الحرارة المحيطة (تبريد / تدفئة)		C°	18° C ~ 50 ° C / -15° C ~ 34° C			
مساحة التطبيق		m^2	10 – 20	15 – 25	25 – 40	30 - 45
المحطة الشمسية						
مصفوفه الخلايا			4 (250W, 36V)	4 (300W, 36V)	6(300W, 36V)	8(250W, 36V)
بنك البطاريات			4 (120Ah, 12V)	4(150Ah, 12V)	4(250Ah, 12V)	8(150Ah, 12V)
منظم الشحن			30A, 48V	40 A, 48V	40 A, 48V	60A,48V

(Www. Suntchenergy.com)



شكل (5) مكيف هواء شمسى (DC) يتغذى من محطة شمسية

(نموذج من جدول 1)

مكيف هواء شمسي (48v DC)

مكونات المحطه الشمسية

1. لوحات شمسية فوتوفلتيه قدرة 300w.
2. بنك بطاريات (أما 6v أو 12v).

يعتمد عدد اللوحات الشمسية وعدد البطاريات على عدد ساعات التشغيل بالطاقة الشمسية ,مع فرض أن عدد ساعات الإشعاع الشمسي 5 ساعات, ويوضح جدول (2) هذا البيان.

جدول (2) عدد اللوحات الشمسية وعدد البطاريات طبقا لعدد ساعات الشمس

عدد ساعات التشغيل بالطاقة الشمسية / اليوم		9	15	20	24
اللوحات الشمسية	300w	3	6	9	12
بطاريات (6v)	225 Ah	0	8	18	16
بطاريات دورة عميقه (12v)	130 Ah	4	0	0	0

يوضح جدول (3) خصائص بعض أنواع أجهزة التكييف الشمسي (100% من الطاقة الشمسية) (48 V DC) وبيان المحطات الشمسية المغذية لها، ويبين جدول (4) خصائص مكونات المحطات الشمسية المذكورة بجدول (3)، ويوضح شكل (6) تمثيل مكونات مكيف هواء شمسى (DC) يتغذى من محطة شمسية (كنموذج من جدول 3).

يوضح جدول (5) أمثلة لقدرة الخلايا الشمسية وتوصيف مكيف يعمل بالطاقة الشمسية بدون بطاريات.

ويوضح جدول (6) خصائص تكييفات هواء شمسي إنفرتر(AC).

بينما يوضح جدول (7) مقارنة بين مكيف هواء عادي ومكيف هواء شمسي.

يوضح جدول (8) الطاقة المستهلكة لوحدة المكيف 48 V DC المعزول عن الشبكة.

تبين الأشكال (7) & (8) & (9) & (10) نماذج لتركيب مكيفات هواء شمسية ومحطة شمسية.

جدول (3) خصائص بعض أنواع أجهزة التكييف الشمسي (100% من الطاقة الشمسية) (48VDC) وبيان المحطات الشمسية المغذية لها

البند		الوحدة	النوع (1)	النوع (2)	النوع (3)
	مصدر التغذية		48VDC (42-54V)		
التبريد	السعة	Btu/h	9000	12000	18000
		Kw	2.6	3.5	5.0
	قدرة المدخل	W	560	770	1150
	التيار المقنن	A	11.5	15.7	23.9
التدفئة	السعة	Btu/h	10000	13500	20000
		Kw	2.9	3.9	5.7
	قدرة المدخل	W	600	800	1180
	التيار المقنن	A	12.1	16.3	24.5
الكفاءة (EER)		W/W	4.64	4.55	4.35
		Btu/Wh	16.07	15.58	15.65

المحطة الشمسية					
الخلايا الشمسية	عدد الخلايا × القدرة	W	4×315w	4×340w	4×350w
	متوسط إستهلاك الكهرباء اليومي	Kwh	5.8	6.2	6.4
	الزمن المتاح لتشغيل التكييف	H	10.5	8.0	5.6
البطاريات الشمسية	عدد البطاريات × السعة	Ah	4×120Ah	4×125Ah	4×150Ah
	الكهرباء المخزنة	Kwh	5.8	6.0	7.2
	الزمن المتاح لتشغيل المكيف	H	10.5	8.0	6.3
منظم الشحن		V , A	48V – 60 A		
مساحة التطبيق		m^2	10 - 15	12 – 22	20 – 35

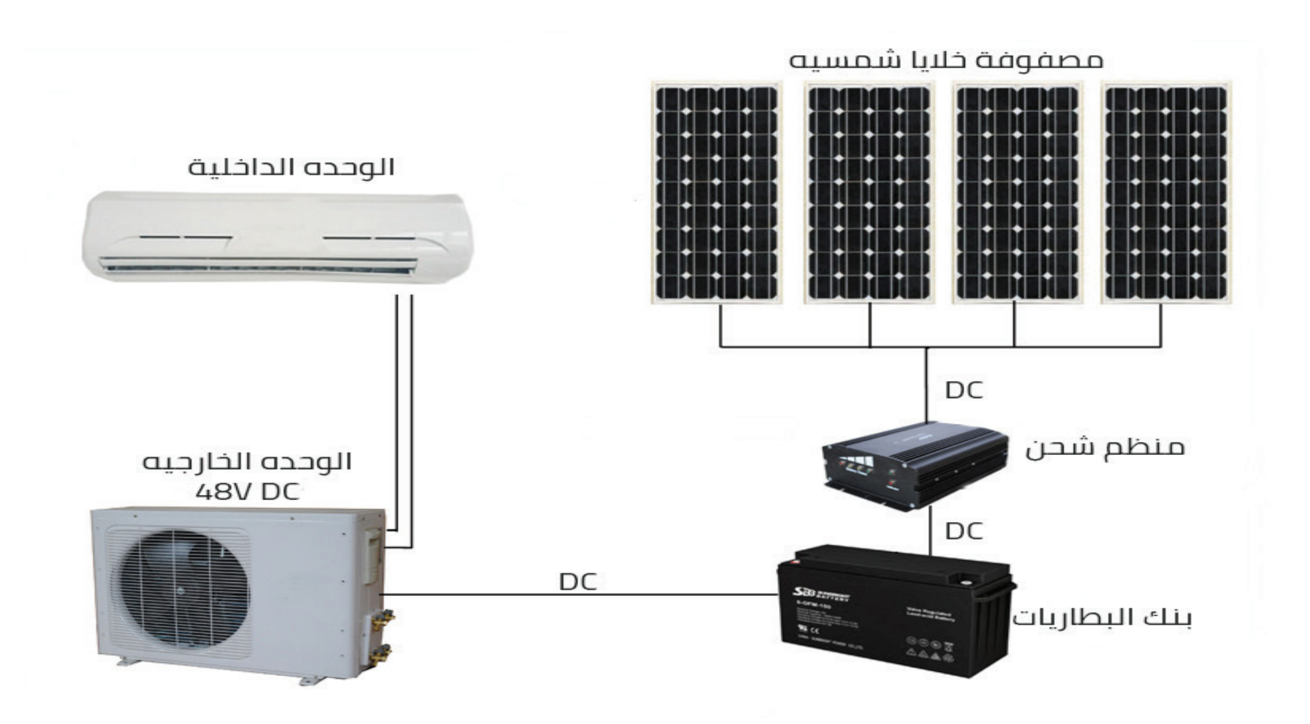
Www.1stsunflower.com/

جدول (4) خصائص مكونات المحطات الشمسيه المذكورة بجدول (3)

المكون	الخصائص
جهاز مكيف هواء شمسي يعمل 100% بالطاقة الشمسية	1. ضاغط ذو مغناطيسية دائمة جهد 48VDC. 2. موفر للطاقة بنسبة 100%. 3. محركان الوحدة الداخلية والخارجية يعملا بالتيار المستمر من النوع بدون فرش، ذي إستقرار جيد وعمر تشغيل طويل. 4. مبادل حراري عالي الكفاءة، تأثير أكثر على وفر الطاقة.
الخلايا الشمسية	1. كفاءة تحويل عالية (17%). 2. عمر تشغيل طويل، أكبر من أو يساوي 25 سنة. 3. مغطى بطبقة ضد الإنعكاس، معدل نفاذ عالي للزجاج، إجهاد ميكانيكي عالي. 4. جودة عالية ضد الانهيار والمياه. 5. أداء جيد ضد الظروف الجوية مثل الرياح والعواصف.
متحكم الشحن	1. غلاف معدني، مع القدرة على التكييف مع التغيرات المناخية. 2. غلاف ألومنيوم للتبريد يساعد في سرعة تبديد الحرارة مع عمر تشغيل طويل. 3. شاشه LED، معلومات واضحة للقراءة، وسهولة التشغيل.

تابع جدول (4)

بطاريات جيل (GEL) 	1. لا تحتاج صيانة، صديقة للبيئة وآمنة، توصف بالطاقة الخضراء (من 1000 – 1200 دورة)، جودة عالية، عمر تشغيل طويل. 2. القدرة الجيدة على التكييف مع درجات الحرارة (-40°C : 65 °C). 3. يتحمل على المدى الطويل سعة التفريغ، تفريغ عميق، سعه تفريغ تيار عالي. 4. حماية ذاتية ضد زيادة الشحن وزيادة التفريغ.



شكل (6) تمثيل مكونات مكيف هواء شمسي (DC) يتغذى من محطة شمسية (كنموذج من جدول 3)

جدول (5) أمثلة لقدرة الخلايا الشمسية وتوصيف مكيف يعمل بالطاقة الشمسية بدون بطاريات

الخلايا الشمسية (PV)	توصيف المكيف
الخلايا 2X300 W **(بحد أقصى 900 W)**	9000 Btu 2.6 Kw (0.75 ton) المساحة المكيفة (تبريد / تدفئة) 20 m² (215 ft²)
الخلايا 3X300 W **(بحد أقصى 1000 W)**	12000 Btu 3.5 Kw (0.75 ton) المساحة المكيفة (تبريد / تدفئة) 25 m² (270 ft²)
الخلايا 4X300 W **(بحد أقصى 1250 W)**	18000 Btu 5.0 Kw (1.5 ton) المساحة المكيفة (تبريد / تدفئة) 40 m² (430 ft²)
الخلايا 5X300 W **(بحد أقصى 1500 W)**	24000 Btu 7.0 Kw (2 ton) المساحة المكيفة (تبريد / تدفئة) 45 m² (485 ft²)

2 × 300 W PV —> 9000 Btu —> 20 m²

جدول (6) خصائص تكييفات هواء شمسي إنفرتر(AC)

البند	الخصائص		
مصدر التغذية	1-ph , 208-230v ,50hz		
سعه التبريد	3.5 Kw		
سعه التدفئة	3.8 Kw		
قدرة المدخل التبريد	نوع (1)	نوع (2)	نوع (3)
	120 w	1000 w	1450 w
قدرة المدخل التدفئة	220 w	1200 w	1250 w
كفاءة التبريد EER	3.98 w/w		
كفاءة التدفئة COP	4.00 w/w		
بيانات الخلايا الشمسية			
جهد الدائرة المفتوحة	22 – 165 v		
تيار دائرة القصر	9.0 A		
أقصى قدرة مخرج	1000 w		

http:// aussiesolarword.com.au

جدول (7) مقارنة بين مكيف هواء عادي ومكيف هواء شمسي

البند	مكيف هواء عادي	مكيف هواء شمسي
القدرة	2000 w	800 w
حمل البداية	3500 w	100 w
حمل التشغيل	7-9 Amp	2-4.5 Amp
وفر الطاقة الكهربائية	-----	حتى 80 %
التوافق الشمسي	محطة شمسية قدرة 5 kwمع بطاريات وإنفرتر	محطة شمسية قدرة 1.5 Kw g 1750 VA
وحدة إستهلاك الكهرباء (لكل 10 ساعات)	17-20 Kwh	5-7 Kwh

www.solarway.co.in/solar-air-conditioners/

جدول (8) الطاقة المستهلكة لوحدة المكيف 48VDC المعزول عن الشبكة

السعة	متوسط الإستهلاك
9000 Btu	أقل من 100 w/h
12000 Btu	أقل من 110 w/h
18000 Btu	أقل من 140 w/h
24000 Btu	أقل من 240 w/h
30000 Btu	أقل من 320 w/h
36000 Btu	أقل من 340 w/h



شكل (7) نموذج لتركيب مكيفات هواء شمسية ومحطة شمسية



شكل (8) نموذج لتركيب مكيفات هواء شمسية ومحطة شمسية



شكل (9) نموذج لتركيب مكيفات هواء شمسية ومحطة شمسية

مرفق (1)

بطاقة كفاءة الطاقة

- هي بطاقة توعوية تساعد المستهلك (المشترى) على اتباع طريقاً موثوقاً للمقارنة بين الأجهزة الكهربائية من حيث كفاءتها في استهلاك الطاقة الكهربائية.

- ملصق يوضع فى مكان واضح على المنتج.

- يعبرعن مستويات الكفاءة بالألوان والأحرف الموضحة على البطاقة (اللون الأخضر والذي يرمز له بالحرف A أو A^{+} أو A^{++}) والذى يشير الى المستوى الأعلى كفاءة والأقل استهلاكاً للطاقة الكهربائية - واللون الأحمر والذى يرمز له بالحرف E ويشير الى أقل مستويات الكفاءة والأكثر استهلاكاً للطاقة).

- تتضمن البطاقة بعض البيانات الأساسية عن المنتج مثل:

- ماركة الجهاز (الطراز).
- اسم الشركة أو العلامة التجارية.
- سعة الاستهلاك الشهري للطاقة (ك.و.س).
- مستوى كفاءة الطاقة من A إلى E طبقا للمواصفات القياسية للاختبار.
- المؤشر الدال على مستوى كفاءة الطاقة للجهاز.

لذا يجب عند شراء أي أجهزة كهربائية مراعاة وجود بطاقة كفاءة الطاقة وشراء الأعلى كفاءة والأقل استهلاكاً.

أهمية بطاقة كفاءة الطاقة

- توضيح مفهوم مصاريف التشغيل للأجهزة لدى المستهلك.
- تشجيع شراء المنتجات عالية الكفاءة.
- تقديم مزايا جديدة للتنافس بين المنتجين.
- تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل فاتورة الاستهلاك.
- الحد من انتشار المنتجات منخفضة الكفاءة .

حددت المواصفات القياسية المصرية م ق م: 2013 / 3795 جداول نسبة كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك) و(المنفصل) (أعتبارا من يونيه 2014)، كما فى جدولى (1)، (2) . كذلك نصت على نسب كفاءة الطاقة أعتبارا من يونيه 2017 كما فى جدولى (3)، (4).

يبين جدول (5) كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك – المنفصل) متغير السعة المزود بضاغط متغير السرعة.

يوضح شكل (1) نموذج بطاقة كفاءة الطاقة لجهاز تكييف هواء الغرفة المنفصل (طبقا للمواصفات القياسية المصرية)

ويوضح شكل (2) نموذجى بطاقة كفاءة الطاقة لجهاز تكييف هواء الغرفة الشباك والمنفصل.

جدول (1) كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك) (اعتباراً من يونيه 2014)

التدريج	نسبة كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك)	
	وات / وات	و . ح . ب . / وات . س
A+++	أعلى من أو تساوى 4.4	أعلى من أو تساوى 15
A++	أعلى من أو تساوى 4.1 وأقل من 4.4	أعلى من أو تساوى 14 وأقل من 15
A+	أعلى من أو تساوى 3.81 وأقل من 4.1	أعلى من أو تساوى 13 وأقل من 14
A	أعلى من أو تساوى 3.51 وأقل من 3.81	أعلى من أو تساوى 12 وأقل من 13
B	أعلى من أو تساوى 3.22 وأقل من 3.51	أعلى من أو تساوى 11 وأقل من 12
C	أعلى من أو تساوى 3.08 وأقل من 3.22	أعلى من أو تساوى 10 وأقل من 11
D	أعلى من أو تساوى 2.93 وأقل من 3.08	أعلى من أو تساوى 9.5 وأقل من 10

جدول (2) كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك) (اعتباراً من يونيه 2017)

التدريج	نسبة كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك)	
	وات / وات	و . ح . ب . / وات . س
A++++	أعلى من أو تساوى 4.69	أعلى من أو تساوى 16
A+++	أعلى من أو تساوى 4.4 وأقل من 4.69	أعلى من أو تساوى 15 وأقل من 16
A++	أعلى من أو تساوى 4.1 وأقل من 4.4	أعلى من أو تساوى 14 وأقل من 15
A+	أعلى من أو تساوى 3.81 وأقل من 4.1	أعلى من أو تساوى 13 وأقل من 14
A	أعلى من أو تساوى 3.51 وأقل من 3.81	أعلى من أو تساوى 12 وأقل من 13
B	أعلى من أو تساوى 3.22 وأقل من 3.51	أعلى من أو تساوى 11 وأقل من 12
C	أعلى من أو تساوى 3.08 وأقل من 3.22	أعلى من أو تساوى 10 وأقل من 11

جدول (3) كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (المنفصل) (اعتباراً من يونيه 2014)

التدريج	نسبة كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (المنفصل)	
	وات / وات	و . ح . ب . / وات . س
A+++	أعلى من أو تساوى 4.4	أعلى من أو تساوى 15
A++	أعلى من أو تساوى 4.1 وأقل من 4.4	أعلى من أو تساوى 14 وأقل من 15
A+	أعلى من أو تساوى 3.81 وأقل من 4.1	أعلى من أو تساوى 13 وأقل من 14
A	أعلى من أو تساوى 3.51 وأقل من 3.81	أعلى من أو تساوى 12 وأقل من 13
B	أعلى من أو تساوى 3.22 وأقل من 3.51	أعلى من أو تساوى 11 وأقل من 12
C	أعلى من أو تساوى 3.08 وأقل من 3.22	أعلى من أو تساوى 10.5 وأقل من 11
D	أعلى من أو تساوى 2.93 وأقل من 3.08	أعلى من أو تساوى 10 وأقل من 10.5

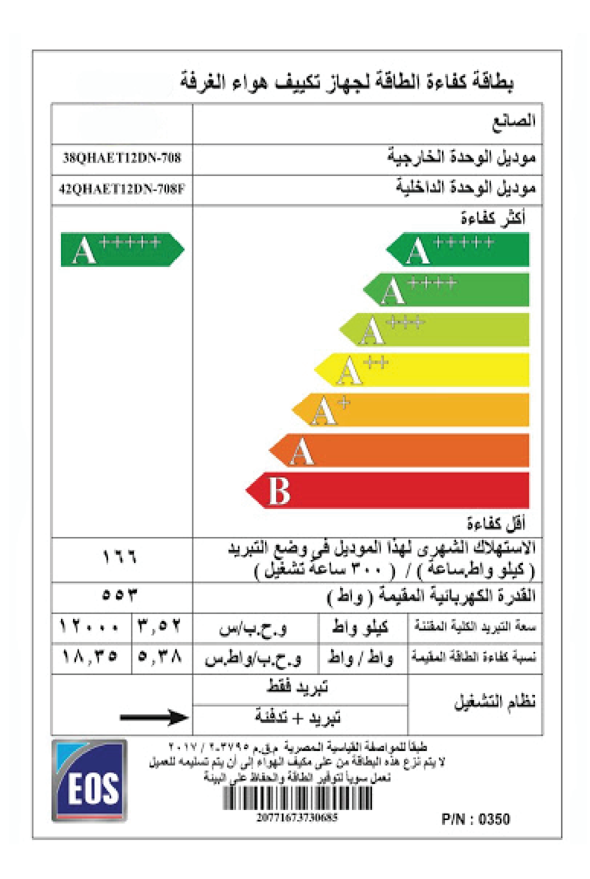
جدول (4) كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (المنفصل) (اعتباراً من يونيه 2017)

التدريج	نسبة كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (المنفصل)	
	وات / وات	و . ح . ب . / وات . س
A++++	أعلى من أو تساوى 4.69	أعلى من أو تساوى 16
A+++	أعلى من أو تساوى 4.4 وأقل من 4.69	أعلى من أو تساوى 15 وأقل من 16
A++	أعلى من أو تساوى 4.1 وأقل من 4.4	أعلى من أو تساوى 14 وأقل من 15

A+	أعلى من أو تساوى 3.81 وأقل من 4.1	أعلى من أو تساوى 13 وأقل من 14
A	أعلى من أو تساوى 3.51 وأقل من 3.81	أعلى من أو تساوى 12 وأقل من 13
B	أعلى من أو تساوى 3.22 وأقل من 3.51	أعلى من أو تساوى 11 وأقل من 12
C	أعلى من أو تساوى 3.08 وأقل من 3.22	أعلى من أو تساوى 10.5 وأقل من 11

جدول (5) كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (الشباك – المنفصل)
متغير السعة المزود بضاغط متغير السرعة

نسبة كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة		
الوحدة التدريج	وات / وات	و . ح . ب . / وات . س
A++++	أعلى من أو تساوى 4.99	أعلى من أو تساوى 17
A+++	أعلى من أو تساوى 4.69 وأقل من 4.99	أعلى من أو تساوى 16 وأقل من 17
A++	أعلى من أو تساوى 4.4 وأقل من 4.69	أعلى من أو تساوى 15 وأقل من 16
A+	أعلى من أو تساوى 4.1 وأقل من 4.4	أعلى من أو تساوى 14 وأقل من 15
A	أعلى من أو تساوى 3.81 وأقل من 4.1	أعلى من أو تساوى 13 وأقل من 14
B	أعلى من أو تساوى 3.51 وأقل من 3.81	أعلى من أو تساوى 12 وأقل من 13
C	أعلى من أو تساوى 3.26 وأقل من 3.51	أعلى من أو تساوى 11 وأقل من 12



شكل (1) نموذج بطاقة كفاءة الطاقة لجهاز تكييف هواء الغرفة (طبقا للمواصفات القياسية المصرية)





شكل (2) نموذجى بطاقة كفاءة الطاقة لجهاز تكييف هواء الغرفة الشباك والمنفصل

مرفق (2)

غاز التبريد (الفريون)

وسائط التبريد (Refrigerants) هى مادة مركبة تقوم بالآتى:

- امتصاص الحرارة تحت تأثير الضغط عن طريق التبخر (التحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية).
- طرد الحرارة عن طريق التكثيف (التحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة).

تستخدم وسائط التبريد فى أجهزة التبريد والتكييف كوسيط لنقل الحرارة من الحيز المراد تبريده إلى حيز آخر، يوضح جدول (1) أنواع وسائط التبريد ومكوناتها.

من الخصائص الواجب تحقيقها فى وسيط التبريد المثالى:

- غير سام.
- غير قابل للاشتعال، و للانفجار، وللتفاعل مع مكونات أنابيب التبريد.
- سهولة اكتشاف التسريب وتحديده.
- مستقراً فى الحالة الغازية.
- مستقراً كيميائياً .
- منخفض التكلفة.
- ذو درجة غليان منخفضة.
- ذو درجة حرارة كامنة عالية.
- ذو درجة لزوجة منخفضة.
- ذو موصولية حرارية عالية.

جدول (1) أنواع وسائط التبريد

نوع وسائط التبريد	المكونات	أمثلة
الكلوروفلوروكربونات Chlorofluorocarbons (CFC)	الكربون – الفلور – الكلور (بدون هيدروجين)	R11 , R12 , R114
الهيدروكلورفلور كربونات Hydro chlorofluorocarbons (HCFC)	الكربون – الفلور – الكلور – هيدروجين	R22 , R123
الهيدروفلوروكربونات Hydro fluorocarbons (HFC)	خالى من ذرات الكلور	R134 A

غاز التبريد (الفريون) هو أحد وسائط التبريد ذو مركب كيميائى يتكون من عدة مركبات ...ويصنف إلى عدة أنواع منها مايستخدم لأغراض التكييف ومنها ما يستخدم للتجميد أو من الإثنين معاً.

- يكون بمسميات مختلفة مثل:

R22, R11, R12, R502, R407C, R410 A, R 134 A, Ammonia.......

- من الأنواع القديمة ذات التأثير على طبقة الأوزون مثل:
R11, R12, R502

- من الأنواع التى سيتم إيقاف العمل بها خلال السنوات القادمة: R 22

- الأنواع المستخدمة حاليا هى R407C, R410A, R 134A

يوضح جدول (2) أنواع مركبات الفريون

يمتازمركب الفريون بالآتى:

- يتبخر عند درجة حرارة منخفضة عندما يكون تحت ضغط منخفض، وكلما ينخفض الضغط المعرض له تنخفض درجة حرارة تبخره فتتم عملية التبريد .
- يعود هذا المركب ويتكثف عند الضغط العالى ويصبح سائل فى المكثف عند درجة حرارة الجو العادى.

ومن صفات غاز الفريون الآتى:

- من الغازات غير القابلة للأشتعال.
- عديم اللون، وعلى الرغم من أنه عديم الرائحة غالباً، إلا أن بعض أنواعه تكون لها رائحة تشبه رائحة الإيثر (Ether).
- يحتفظ بحالته الغازية في درجة حرارة الغرفة.
- يمكن تسييله عن طريق ضغطه أو تبريده.
- أثقل من الهواء بأربعة أضعاف.
- يُصرّف مباشرة إلى الأرض في حال ظهور أي تسريب في الوعاء الحافظ له.

جدول (2) أنواع مركبات الفريون

أنواع مركبات الـفريون	الوصف
فريون R11	ثلاثي كلورو أحادي فلورو ميثان (Trichloromonofluoromethane)، ويستعمل في أجهزة التكييف والمبرّدات، وهو من أخطر أنواع الفريون على طبقة الأوزون، لاحتوائه على ثلاث ذرات من الكلور، وعند تصاعده إلى طبقات الغلاف الجوي العليا يعمل على تفكيك وتكسير جزيئات طبقة الأوزون، وبالتالي تدميرها.
فريون R22	كلورو ثنائي فلورو ميثان (Chlorodifluoromethane)، ويستعمل في أجهزة التكييف ذات السعة الكبيرة، وفي أجهزة تكييف الوحدات السكنية والتجارية، بالإضافة لاستخدامه في بعض الوسائل التي تستخدم للنقل، وفي الخدمات الغذائية، وآلات الثلج، كما يستخدم في تخزين الأغذية ومعالجتها، وفي أجهزة التبريد التجاري ذات الحرارة المتوسطة والمنخفضة. تم توقيف استخدامه في جميع أنحاء العالم؛ لأنه من المواد التي تستنزف طبقة الأوزون.
فريون R134A	رباعي فلورو إيثان (Tetrafluoroethane)، ويستخدم بشكل خاص في السيارات.
فريون R410A	صديق للبيئة وبديل لفريون R22.

مرفق (3)

الوحــدات

1	ton	=	12,000	Btu/h
1	KW	=	3,412	Btu/h
1	W	=	3.412	Btu/h
1	KW/ton	=	12	EER
1	KW/ton	=	12	SEER
1	meter	=	3.2808	feet
1	kg	=	2.205	lb

1	Btu/h	=	8.33×10^{-5}	tons
1	Btu/h	=	2.93×10^{-4}	KW
1	Btu/h	=	0.293	W
1	EER	=	0.083	KW/ton
1	SEER	=	0.083	KW/ton
1	feet	=	0.3048	meter
1	lb	=	0.4536	kg

1	m^2	=	10.7639	ft^2
1	liters	=	0.227	Gal
1	gal	=	7.481	ft^3
1	m/s	=	195.85	Fpm
1	l/s	=	15.85	Gpm
1	l/s	=	2.119	Cfm
1	Pa	=	4.01×10^{-3}	in. wg
1	Pa	=	3.34×10^{-4}	ft. hd
1	MPa	=	145.04	psi
1	in. wg	=	0.036	psi
1	ft. hd	=	0.043	psi
1	kg/m3	=	0.062	lb/ft^3
1	watthour	=	3.412	Btu
1	HP	=	2545	Btu/h
1	KW	=	1.34	HP

1	ft^2	=	0.093	m^2
1	Gal	=	4.41	liters
1	ft^3	=	0.133	gal
1	Fpm	=	5.08×10^{-3}	m/s
1	Gpm	=	0.063	l/s
1	Cfm	=	0.472	l/s
1	in. wg	=	249.09	Pa
1	ft. hd	=	2.99	Pa
1	Psi	=	6.89×10^{-3}	MPa
1	Psi	=	27.68	in.wg
1	Psi	=	2.31	ft. hd
1	lb/ft^3	=	16.018	kg/m^3
1	Btu	=	0.293	watthour
1	Btu/h	=	3.93×10^{-4}	HP
1	HP	=	0.746	KW

(Common power Units)
وحدات القدرة الشائعة

1 watt	=	3.412 Btu/hr
1 Watt/s	=	1 joule
1 Btu/s	=	1.055 Watts
1 Cal/s	=	4.19 Watts
1 Ft-lb. /s	=	1.36 Watts
1 Btu	=	1050 joules
1 joule	=	0.2389 Cal
1 Cal	=	4.186 joules

المراجع

[1] المواصفات القياسية المصرية م ق م: 3795 / 2013

متطلبات كفاءة الطاقة لمكيف هواء الغرفة (شباك – منفصل)

[2] المواصفات القياسية المصرية م ق م:2 - 3795 / 2017

متطلبات كفاءة الطاقة لمكيفات الهواء الجزء الثاني: مكيف هواء الغرفة
(شباك – منفصل) المتغير السعة المزود بضاغط متغير السرعة

[3]https://www.nrcan.gc.ca/sites/oee.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/infos-ource/pub/roomaircond/pdf/AC_e_Worksheet1_04.pdf

[4]https://www.indiastudychannel.com/resources/140706-Solar-air-condition-er-versus-a-conventional-air-conditioner.aspx

[5] http://www.sunchienergy.com/acdc-hybrid-solar-air-condition-er-on-grid-working.html

[6] http://aussiesolarworld.com.au/solar-air-conditioner.html

[7] https://www.kompulsa.com/much-power-air-conditioners-consume/

[8] http://de.superenac.com/solar-air-conditioner/hybrid-solar-air-condi-tioner/12000btu-acdc-solar-assisted-air-conditioning.html

[9] https://www.solarway.co.in/solar-air-conditioners/

[10] http://www.hvachowto.com/wp-content/uploads/2015/05/Quietest-Win-dow-Mounted-Air-Conditioner-2015.jpg

[11] http://www.hvachowto.com/solar-powered-window-mounted-air-condi-tioner/

[12] https://www.almrsal.com/post/786614

[13] http://de.superenac.com/solar-air-conditioner/hybrid-solar-air-condi-tioner/12000btu-acdc-solar-assisted-air-conditioning.html

[14] https://www.alibaba.com/product-detail/100-solar-power-window-type-air_60673909010.html?spm=a2700.7724857.normalList.2.18c26916pF6usE

[15] https://www.okorder.com/p/hot-sale-100-solar-air-conditioner-dc-solar-powered-air-conditioners-for-homes_233145.html

[16] https://www.alibaba.com/product-detail/DC-48V-12v-solar-poweredwindow_60785190227.html?spm=a2700.7724857.normalList.19.18c26916pF6usE

[17] https://www.scribd.com/document/324874072/Specs-Dc48vrf

[18] https://www.alibaba.com/product-detail/ECOOL-energy-saving-hybric-solar-air_60112885123.html

[19] https://www.novergysolar.com/better-solar-dc-ac/

[20] https://news.energysage.com/solar-air-conditioning-what-you-need-to-know/

[21] https://www.energyvanguard.com/blog/more-on-air-conditioner-sizing-rules-of-thumb

[22] https://applianceanalysts.com/quietest-window-ac/window-ac-btu-table/

[23] https://www.engproguides.com/hvac-rule-of-thumb-calculator.html

[24] https://www.theseverngroup.com/how-to-size-your-hvac-unit/

[25] https://www.expat.or.id/info/airconditioners.html

[26] https://mawdoo3.com/

[27] https://www.explainthatstuff.com/airconditioner.html

[28] https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D9%83%D9%8A%D9%8A%D9%81_%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%88%D8%A7%D8%A1

[29] http://www.egyptarch.net/abbasphd1,3/phd2/ch2s03.pdf

[30] https://miraco.com.eg/storage/products/1552466924_04-%20Opti-max%20CO_Arabic.pdf

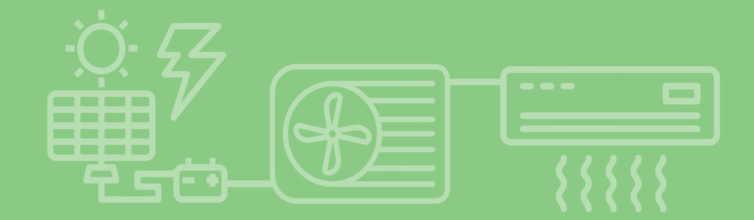
[31] https://www.1stsunflower.com/100-DC48V-SOLAR-AIR-CONDITIONER-pd43823457.html

[32] https://www.facebook.com/222675804552609/posts/555200847966768/

[33] https://www.eximinsight.com/solar-powered-air-conditioner/

[34] https://www.eximinsight.com/solar-powered-air-conditioner/

[35] https://www.goldenmotor.com/AC-Motors/ac-motors.htm






التعاون
الألماني
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT


giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH


Arab Republic of Egypt
Ministry of Electricity and Renewable Energy